

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>2</b>
1.1	PROPÓSITO.....	2
1.2	TRASFONDO.....	2
<b>2</b>	<b>PARTICIPACIÓN CIUDADANA Y VULNERABILIDAD ESTRATÉGICA.....</b>	<b>3</b>
2.1	DEFINICIÓN DE VULNERABILIDADES ESTRATÉGICAS .....	3
2.1.1	<i>Sector Económico.....</i>	3
2.1.2	<i>Sector de los Recursos Naturales.....</i>	3
2.1.3	<i>Sector de Planificación y Desarrollo.....</i>	4
2.1.4	<i>Instalaciones Críticas.....</i>	4
2.2	TALLERES COMUNITARIOS .....	5
2.2.1	<i>Primer Taller Comunitario.....</i>	5
2.2.2	<i>Segundo Taller Comunitario.....</i>	7
<b>3</b>	<b>EVALUACIÓN DE RIESGOS MÚLTIPLES: MUNICIPIO DE CULEBRA .....</b>	<b>9</b>
3.1	PELIGRO DE INUNDACIONES.....	9
3.1.1	<i>Recomendaciones para el Manejo de la Zona Inundable.....</i>	10
3.2	PELIGRO DE DESLIZAMIENTOS .....	11
3.2.1	<i>Recomendaciones para Deslizamientos.....</i>	12
3.3	RIESGOS DE VIENTOS DE ALTA VELOCIDAD .....	13
3.3.1	<i>Recomendaciones para Vientos de Alta Velocidad.....</i>	14
3.4	RIESGO DE TERREMOTOS.....	15
3.4.1	<i>Recomendaciones Concernientes al Riesgo Sísmico.....</i>	16
3.5	MAPA DE RIESGOS COMBINADOS.....	17
3.6	MAPA DE USOS DE TERRENOS PROPUESTOS .....	18
3.6.1	<i>Areas de Futuro Crecimiento.....</i>	18
3.6.2	<i>Restricciones para el Desarrollo.....</i>	18
3.6.3	<i>Zona Potencial de Adquisición para la Mitigación de Peligros.....</i>	18
3.6.4	<i>Areas Recreativas y Ambientalmente Sensitivas.....</i>	19
3.6.5	<i>Area Rural de Baja Densidad.....</i>	19
3.7	EVALUACIÓN DEL PLAN TERRITORIAL Y LA ZONIFICACIÓN PROPUESTA .....	19
<b>4</b>	<b>ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD.....</b>	<b>23</b>
4.1	METODOLOGÍA DEL TRABAJO DE CAMPO .....	23
4.2	CATEGORÍAS DE VULNERABILIDAD .....	25
4.3	CALIDAD DE LA CONSTRUCCIÓN .....	27
4.4	VULNERABILIDAD ANTE PELIGRO DE VIENTOS .....	29
4.5	VULNERABILIDAD ANTE MAREJADA CICLÓNICA.....	31
4.6	VULNERABILIDAD ANTE INUNDACIONES .....	33
4.7	RESUMEN: ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD .....	35
<b>5</b>	<b>SUSTENTANDO A PROYECTO IMPACTO CULEBRA.....</b>	<b>38</b>
<b>6</b>	<b>RESUMEN.....</b>	<b>40</b>
	<b>APÉNDICE 1 TABLAS Y ATRIBUTOS (CAMPOS) DE LA BASE DE DATOS.....</b>	<b>41</b>
	<b>APÉNDICE 2 MAPAS DE ANÁLISIS DE RIESGOS.....</b>	<b>43</b>
	<b>APÉNDICE 3 MAPAS DE USO DE TERRENO Y DE ZONIFICACIÓN PROPUESTOS .....</b>	<b>44</b>
	<b>APÉNDICE 4 MAPAS DE VULNERABILIDAD .....</b>	<b>45</b>

# **1 INTRODUCCIÓN**

URS Greiner Woodward Clyde (UGWC) y el Council for Information and Planning Alternatives, Inc. (CIPA) fueron comisionados por la oficina de Proyecto Impacto Culebra, Inc., para llevar a cabo un estudio sobre evaluación de riesgos y análisis de vulnerabilidad para la Isla Municipio de Culebra.

## **1.1 PROPÓSITO**

El propósito de este estudio es identificar los peligros principales que pudieran afectar la seguridad de los residentes y causar daños a las viviendas, comercios, instalaciones y facilidades públicas y la infraestructura de la isla municipio. Se prepararon mapas de análisis de riesgo para las siguientes peligros naturales: inundación, vientos huracanados, terremotos (incluyendo maremotos) y deslizamientos. Un mapa de riesgos compuesto se preparó con el propósito de ser utilizado para evaluar el futuro desarrollo y usos recomendado de la tierra. Se preparó un inventario de estructuras y se incorporó a un análisis de vulnerabilidad para evaluar y ayudar a establecer las prioridades de mitigación

## **1.2 TRASFONDO**

En el año 1990 FEMA designó al Municipio de Culebra como la primera comunidad en Puerto Rico dentro del programa Proyecto Impacto. FEMA introdujo el concepto de Proyecto Impacto como una iniciativa de planificación comunitaria que sirviera de reto y diera apoyo a las comunidades para que éstas se conviertan en unas más resistentes a desastres, tras ejecutar una serie de pasos ya establecidos y definidos. Estos incluyen crear relaciones con los gobiernos municipales, grupos comunitarios y organizaciones voluntarias para evaluar los riesgos y desarrollar un plan de acción para implantar medidas de mitigación.

Este estudio respalda la meta propuesta por Proyecto Impacto Culebra de definir sus riesgos y vulnerabilidad con el propósito de prepararse para un desastre inevitable antes de que suceda, salvando vidas, propiedades y recursos. El estudio provee el marco de trabajo para unir a todos los componentes de la comunidad tras una meta común.

Proyecto Impacto Culebra representa un reto a la comunidad cambiante de este municipio: unir esfuerzos para definir y establecer prioridades relacionadas a la mitigación para crear un futuro de resistencia y sustentabilidad ante los desastres.

## **2 PARTICIPACIÓN CIUDADANA Y VULNERABILIDAD ESTRATÉGICA**

La participación de la comunidad, parte importante en este esfuerzo de planificación, incluyó dos tareas distintas: primera; entrevistas con personas claves y funcionarios públicos a través de la comunidad y segunda, talleres comunitarios estructurados para recopilar las preocupaciones y recomendaciones de la comunidad a este esfuerzo de planificación.

### **2.1 DEFINICIÓN DE VULNERABILIDADES ESTRATÉGICAS**

Para entender el contexto de desarrollo de la isla, se realizaron un a serie de entrevistas con funcionarios del gobierno federal, municipal y otras agencias del gobierno estatal. A continuación se enumeran la agencias entrevistadas:

- U.S. Fish and Wildlife Service
- Defensa Civil (Oficina Municipal para Manejo de Emergencias)
- Autoridad de Energía Eléctrica (AEE)
- Autoridad de Acueductos y Alcantarillados (AAA) / Compañía de Aguas
- Oficina de Obras Públicas y otras dependencias del Gobierno Municipal de Culebra

El objetivo de estas reuniones era entender los patrones actuales de desarrollo y conocer cuán expuesta está la comunidad en vista de las pérdidas asociadas a los desastres naturales, tanto en los aspectos económicos, ambientales e infraestructurales. A continuación se discute la vulnerabilidad para algunos sectores estratégicos.

#### **2.1.1 Sector Económico**

Las actividades económicas tradicionales en Culebra se enfatizaron en la agricultura, incluyendo la pesca y la crianza de animales a menor escala. Hoy día, los patrones principales son el gobierno estatal y municipal, una empresa farmacéutica y el turismo. Este se ha convertido en el renglón económico más importante para la isla, mostrando la más alta y estable tasa de crecimiento, al grado de mantener la economía dependiente de las actividades relacionadas al turismo.

El turismo es la sector económico que se afecta más severamente cuando un huracán azota la isla municipio. Dado que la infraestructura que sirve al turismo suele afectarse con el paso de huracanes, la isla no puede ofrecer entonces todas las amenidades con que cuenta. Por lo tanto, se provoca una reducción en la actividad turística, que resulta en la pérdida de ingresos y en consecuencia afecta la economía total de la isla.

#### **2.1.2 Sector de los Recursos Naturales**

Los recursos naturales de la isla de Culebra se han convertido en un atractivo importante para su turismo. Existe un programa activo de manejo de la vida silvestre administrado por el Servicio de Pesca y Vida Silvestre de los Estados Unidos (U.S. Fish and Wildlife Service). El Presidente Theodore Roosevelt designó el refugio en Culebra en el año 1909. La oficina del Refugio administra alrededor de 1,480 acres (aproximadamente 1,524 cuerdas), de diversas

características que incluye: playas, bosque, lagunas, acantilados así como algunas rocas y cayos que rodean la isla principal. Los esfuerzos administrativos se concentran en la educación, y la protección de las especies en peligro de extinción, manteniendo las áreas en su estado natural y evitando los impactos que los visitantes puedan causar.

Los recursos naturales son vulnerables a peligros que tales como: inundaciones sectoriales, vientos y deslizamientos. Los huracanes han afectado adversamente los arrecifes de coral menos profundos y los bosques de mangle, hábitats vitales para la vida silvestre costanera. El manglar sirve como criadero de la abundante vida marina que se encuentra fuera de la costa. Los límites físicos del refugio están siendo revisados mediante mensura con el propósito de mejorar la actividades de su administración. Una de las preocupaciones principales de los administradores del refugio es el efecto acumulativo del impacto adverso que las actividades de desarrollo del suelo (tales como la deforestación y la construcción de caminos sin los drenajes adecuados) puedan tener en las tierras, lagunas y otros cuerpos de agua, incluyendo el litoral costero.

### 2.1.3 Sector de Planificación y Desarrollo

La Autoridad para la Conservación y Desarrollo es una organización de nivel municipal que revisa y evalúa todos los proyectos de construcción y desarrollo propuestos para la isla, en coordinación con la Junta de Planificación de Puerto Rico y otras agencias estatales. Se efectúan reuniones mensuales con representantes del Gobierno Municipal (Alcalde), el Departamento de Recursos Naturales (DRNA), la Administración de Reglamentos y Permisos (ARPE), y cinco representantes de la comunidad. Estos evalúan los proyectos de desarrollo propuestos y emiten recomendaciones basados en la disponibilidad de la infraestructura y el impacto a los recursos naturales entre otros. La Autoridad no emite permisos finales, ya que las decisiones definitivas se realizan al nivel estatal.

El proceso de evaluación antes descrito funciona adecuadamente para proyectos de gran escala e infraestructura, sin embargo, la construcción ilegal a pequeña escala persiste. Esta distinción entre la construcción autorizada y la no autorizada es relevante pues el desarrollo que ocurre sin los debidos permisos es más vulnerable a los riegos naturales.

### 2.1.4 Instalaciones Críticas

- **Energía:** El sistema primario de distribución de energía eléctrica proviene desde Puerto Rico a través de una línea submarina que discurre por la Sonda de Vieques. La Autoridad de Energía Eléctrica cuenta con una planta de emergencias (turbina de gas generativa de combustión interna) para la provisión de energía en caso de interrupción del servicio vía cable. Cuatro generadores de combustible diesel pueden producir hasta 1,700 Kilovatios. Actualmente hay 300 kilovatios disponibles para servir la demanda futura si fuera necesario. La planta está localizada en el área costanera susceptible a inundaciones.

La energía se distribuye en la isla a través de una red de líneas aéreas. Postes de cemento se están utilizando para reemplazar los existentes de madera, sin embargo, la instalación debe ser inspeccionada para asegurar una profundidad de soporte y anclaje adecuada.

- **Acueductos y Alcantarillado Sanitario:** La Autoridad de Acueductos y Alcantarillados (AAA) supe el agua desde Puerto Rico a través de un acueducto submarino. La instalación

de este sistema costó sobre \$7,400,000. El sistema de distribución del agua no cubre toda la isla y se limita al área densamente poblada. La AAA también opera una planta desalinizadora conectada al sistema de distribución de agua potable. La planta actúa como un sistema de resguardo en emergencias pero también sirve a zonas que no están siendo servidas por el sistema principal.

No existe un sistema de tratamiento de aguas usadas en Culebra. A las residencias y negocios se les requiere pozos sépticos para recoger estas aguas. El Gobierno Municipal recoge los desechos sépticos y los descarga en un sistema de tanque y estanque cerca de la laguna Flamenco, en la sección noroeste de la isla. Al Municipio se le otorgo recientemente una subvención de EPA para la construcción de una planta de tratamiento. El proyecto es un esfuerzo multi-agencial. Además de resolver las necesidades críticas de disposición de aguas usadas, un beneficio secundario propuesto de la planta de tratamiento es la restauración de los acuíferos de Culebra.

Una vez se complete el sistema de alcantarillado y la planta de tratamiento, la isla no tendrá problemas mayores de obstáculos para futuros desarrollos. Es muy importante que el Gobierno Municipal de Culebra tome una posición proactiva ahora con miras a reducir vulnerabilidades futuras.

- **Telecomunicaciones:** La infraestructura de telecomunicaciones es enteramente dependiente de las facilidades de Puerto Rico. La Puerto Rico Telephone Company (PRTC) provee servicios de transmisión de microondas que son recibidas por una antena en la isla. El sistema es eficiente pero vulnerable a riesgos naturales, particularmente huracanes.
- **Infraestructura de Puertos:** La Autoridad de Puertos de Puerto Rico administra las instalaciones de muelle y aeropuerto. El puerto es vital para el movimiento de personas y de carga. El aeropuerto de Culebra es uno regional servido por aviones comerciales y privados. Ambas facilidades son críticas para el desplazamiento de personas y productos desde y hacia Culebra.
- **Transportación:** La red de transporte de la isla es adecuada para la actual población de Culebra. Hay tres vía principales que conectan las áreas residenciales con las facilidades públicas críticas. De particular procuración para la respuesta ante emergencia y los esfuerzos de recuperación es la PR-250, principal acceso entre Dewey, la Comunidad Clark y el aeropuerto, la cual puede ser bloqueada por inundaciones durante eventos severos de lluvia.

## 2.2 TALLERES COMUNITARIOS

Los talleres de participación comunitaria proveyeron el principal insumo público a este estudio.

### 2.2.1 Primer Taller Comunitario

El primer taller comunitario fue realizado el 8 de marzo de 2000 para incorporar las preocupaciones de representantes claves de la comunidad. El taller consistió de un breve

trasfondo de este esfuerzo de planificación y asistieron representantes del gobierno, comerciantes locales, organizaciones privadas y ciudadanos. El énfasis fue puesto sobre las recientes experiencias de los residentes de Culebra con huracanes y de la necesidad de actuar rápidamente para conseguir estar preparados para el próximo evento de desastre. El taller proveyó insumos de gente directamente afectada por desastre pasados y recientes, sus preocupaciones, asuntos relevantes y recomendaciones sobre recuperación, peligros naturales y daños recurrentes que han ocurrido en la isla municipio.

Entre los asuntos y preocupaciones más importantes traídos por la comunidad están:

- *Inundación costera y ribereña.* Muchas viviendas y estructuras están localizadas a lo largo de la orilla de Ensenada Honda. Algunas fueron afectadas por inundaciones costeras por primera vez durante el Huracán Hugo, pero eventos recientes demostraron que la inundación no se limite a la franja costera. Inundaciones por aguas superficiales han ocurrido en la Comunidad Clark y el sector La Romana a lo largo de cunetones y quebradas intermitentes en donde en eventos de lluvia anormales el agua fluye y se desborda. El sistema de drenaje de aguas superficiales podría ser ineficiente en algunas zonas. Las cunetas y los desagües son inadecuados, especialmente a lo largo de la PR-250 que es la vía conectora principal entre Dewey y el resto de las comunidades. Esta situación es particularmente crítica si se considera que las instalaciones de la Policía Estatal, la Policía Municipal, la Defensa Civil y los refugios se encuentran localizados en Dewey.
- *Deslizamientos.* En la Comunidad Clark, La Romana y zonas aledañas al aeropuerto se han presenciado problemas de deslizamientos, particularmente durante eventos de fuertes lluvias. Las calles han sufrido daños, los cimientos de las casas se han afectado y el acceso a algunas áreas se ha limitado.
- *Refuerzos y reconstrucciones deficientes.* Cemento, concreto armado, madera y combinaciones de estos materiales son normalmente utilizados en la construcción de viviendas y edificios públicos en Culebra. Los oficiales municipales están conscientes de que muchos residentes están realizando un esfuerzo concertado para hacer de sus hogares unos resistentes a la fuerza de vientos huracanados, pero muchos otros están remodelando o reconstruyendo sin seguir estándares apropiados de construcción. Las familias mismas realizan los trabajos de construcción sin supervisión o consejo de profesionales y frecuentemente sin permisos de construcción. Técnicas de construcción para proveer continuidad en los elementos de carga no son aplicados o se hacen de forma inapropiada.
- *Educación y carencia de conocimientos sobre mitigación de desastres.* Los miembros de la comunidad señalaron que la mitigación de desastres debe ser parte del diario vivir de la gente que vive y labora en lugares vulnerables a desastres. Es necesario que se convierta en parte del lenguaje común en Culebra. Fue también mencionado que aquellos residentes que tienen casas de veraneo en Culebra deben ser incluidos en el esfuerzo consciente público de manera que sus propiedades queden protegidas cuando están ausentes de la isla por periodos prolongados.
- *Procesos inapropiados de revisión y aprobación de permisos.* Hacen falta la aplicación consistente de procedimientos rigurosos de aprobación e inspección de nuevas

construcciones, remodelaciones o refuerzos. Esta deficiencia es más evidente una vez ocurre un desastre cuando una gran demanda es puesta sobre el proceso de revisión y aprobación de permisos de construcción. Los residentes mostraron su inquietud sobre este particular porque la construcción de nuevas viviendas continúa sin control apropiado y con técnicas no necesariamente resistentes a desastres.

- *Asistencia Económica y Técnica.* La participación directa del gobierno municipal y el estatal es necesaria para hacer consciente a los ciudadanos de la importancia de las medidas de mitigación. Asistencia técnica y financiera debe ser provista a los residentes y comercios para reforzar o mejorar sus propiedades.

### **2.2.2 Segundo Taller Comunitario**

El segundo taller comunitario fue realizado el 3 de agosto de 2000 para presentar los hallazgos de la evaluación de múltiples riesgos y el análisis de vulnerabilidad. El taller consistió de una presentación formal en la cual mapas de peligros individuales fueron explicados para proveer a los residentes de un entendimiento más profundo de los riesgos ante eventos naturales en Culebra. Dentro del marco del desarrollo sustentable, el Equipo de Trabajo del estudio presentó mapas de uso del terreno propuesto y un mapa de zonificación alternativo para la isla de Culebra. El taller contó con una asistencia numerosa y entusiasta.

El Comité Proyecto Impacto de Culebra, miembros de la Asamblea Municipal y ciudadanos en general estuvieron presentes y proveyeron respuestas y comentarios importantes. El énfasis fue puesto en identificar riesgos, analizar debilidades o vulnerabilidades y asignar prioridades a acciones de mitigación. Después de la presentación, se pidió a los miembros de la comunidad que se separaran en tres grupos de planificación estratégica para definir objetivos de mitigación.

Entre los principales objetivos traídos por la comunidad están los siguientes:

- Revisar y modificar los códigos de construcción y los reglamentos de desarrollos para presentar alternativas de construcción y desarrollo de bajo costo que se ajusten al presupuesto de construcción de los residentes de la isla.
- Expandir el papel que juega Proyecto Impacto en Culebra para otorgarle un papel más proactivo en los procesos de desarrollo, particularmente en la provisión de viviendas y el turismo.
- Crear grupos de Acción Ciudadana que trabajen con Proyecto Impacto en el refuerzo de viviendas, remoción de escombros y la protección de la propiedad personal. Estos grupos tendrían responsabilidades de mitigación y asistirían en el inventario de personas que necesitan asistencia especial durante el periodo de aviso de eventos de desastres o durante la evacuación.
- Desarrollar un programa especial para comunicar a los dueños de embarcaciones de las actividades de Proyecto Impacto. La comunidad expresó preocupación ante los daños en las costas hechos por las embarcaciones que rompen sus amarres durante tormentas.

- Desarrollar programas de asistencia técnica para incrementar el conocimiento sobre medidas de mitigación y prevención. Fue discutido que una visión de largo plazo debe considerar la implantación de programas de educación sobre la mitigación en escuelas e iglesias.
- Identificar viviendas pobremente construidas y proveer asistencia para el refuerzo y mejora de las mismas. También identificar aquellos hogares cuyo refuerzo o mejora no es económicamente viable y presentar a los ocupante un plan de acción de evacuación.
- Presentar los mapas de riesgos al público general como parte del programa educativo de Proyecto Impacto. Se debe crear una exhibición permanente y utilizar los mapas como una herramienta educativa para la comunidad.
- Implantar medidas de mitigación en refugios existentes y minimizar el gasto de recursos municipales mediante la creación de una red de refugios familiares.
- Identificar zonas de particular interés ambiental y desarrollar planes de conservación o preservación para estas áreas que son críticas para el atractivo turístico isleño.
- Trabajar en campañas educativas para promover el concepto de sustentabilidad, tratando el desarrollo económico, los asuntos sociales y ambientales de forma equilibrada.
- Que los hallazgos de la evaluación de riesgos y el análisis de vulnerabilidad sean llevados a la atención de la Asamblea Municipal de Culebra y de la Junta de Planificación de Puerto Rico.

### 3 EVALUACIÓN DE RIESGOS MÚLTIPLES: MUNICIPIO DE CULEBRA

Cuatro tipos de peligros fueron considerados en la evaluación de riesgos ante peligros múltiples: inundación, susceptibilidad a deslizamientos, vientos huracanados y terremotos. Las siguientes secciones describen cada uno de estos peligros y la metodología utilizada para evaluar cada riesgo en la comunidad de Culebra. Siguiendo esta discusión, se explica la metodología para integrar estos peligros dentro de un mapa compuesto de riesgos.

#### 3.1 PELIGRO DE INUNDACIONES

En Agosto de 1978, el Gobierno de Puerto Rico se unió al Programa Nacional de Seguros por Inundaciones (NFPI, por sus siglas del inglés<sup>1</sup>). El NFPI fue creado por una ley del Congreso de Estados Unidos para hacer disponibles seguros por inundaciones a los dueños de propiedades en comunidades que acuerdan promulgar y administrar regulaciones para el manejo de zonas inundables que cumplen con los requerimientos del programa. Los primeros Mapas de Seguros por Inundaciones (FIRMs, por las siglas del inglés<sup>2</sup>) de Puerto Rico fueron emitidos en Agosto 1978; las actualizaciones más recientes fueron publicadas en 1999 (FEMA, Marzo 1999). El Gobierno de Puerto Rico adoptó el Reglamento de Planificación Número 13, en conformidad con las regulaciones del NFPI para el manejo de llanos de inundación. Estas regulaciones afectan toda nueva construcción o mejora sustancial dentro de las Areas Especiales de Riesgo de Inundación (SFHAs, por las siglas del inglés<sup>3</sup>) identificadas como zonas inundables dentro de los FIRMs.

La zona de inundación de 100 años fue utilizada para delinear el riesgo de inundación utilizado en la evaluación de múltiples riesgos. Esta información fue obtenida de los FIRMs. Considera unas pocas quebradas pequeñas intermitentes, así como canales y cunetas de drenajes construidos dado que no hay ríos y quebradas perennes en Culebra debido a las condiciones climáticas semiáridas y las formaciones de rocas volcánicas.

En la zona costera de Culebra, los edificios deben estar adecuadamente elevados y protegidos de los efectos de la alta velocidad de la ola ciclónica (Zona VE en los FIRMs). En las zonas VE la nueva construcción debe estar elevada sobre cimientos en pilotes y el elemento horizontal más bajo de la estructura del piso más bajo debe estar sobre el nivel de elevación base de inundación (BFE o “Base Flood Elevation”). El BFE es definido como la elevación sobre el nivel del suelo de la inundación de 100 años. Además, el área bajo el edificio debe estar libre de obstrucciones; o deben estar cerradas con paredes no estructurales y que estén hechas con la intención de ceder bajo la fuerza del viento o el agua de manera que no causen daño a la base o porción elevada de la edificación. Dentro de la zona de inundación de los 100 años, que es la que menos probabilidad tiene de afectarse por flujo de alta velocidad, la parte más alta del piso más bajo del edificio debe ser construida al mismo nivel, o más alto, del BFE, y las áreas que quedan bajo el

---

<sup>1</sup> National Flood Insurance Program.

<sup>2</sup> Flood Insurance Rate Maps

<sup>3</sup> Special Flood Hazard Areas

BFE pueden ser cerradas con paredes que no se rompan o cedan bajo la fuerza del agua o el viento. Sin embargo, el área debajo del BFE sólo puede usarse para estacionamiento, acceso y almacenaje. La Junta de Planificación de Puerto Rico y ARPE rigen la Reglamentación de Planificación # 13 (FEMA marzo 1999).

El peligro más significativo debido a inundaciones en Culebra es la zona afectada por la marejada ciclónica de alta velocidad –denominada VE. Un estudio reciente del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de Estado Unidos y de la Agencia Estatal para el Manejo de Emergencias de Puerto Rico, completado en Mayo de 1997, provee información más detallada de los efectos de la marejada ciclónica bajo huracanes de los tipos 1, 2 y 3 (*Hurricane Storm Tide Atlas for the Commonwealth of Puerto Rico*). La marejada ciclónica de alta velocidad asociada con huracanes puede provocar daños severos a estructuras y representa un peligro claro a residentes de la costa.

Inundaciones asociadas con eventos considerables de lluvia (incluyendo la inundación de 100 años que se define como un evento con una probabilidad de uno por ciento (1%) de ocurrir en cada año dado) tiene menos significancia que la marejada ciclónica pero son todavía importante para ser consideradas en la planificación contra desastres naturales en la isla de Culebra. El llano de inundación de 100 años es mostrado en los mapas de inundación (FIRMs) con la zona A (límites aproximados) y por la zona AE, donde un estudio detallado fue realizado y un BFE ha sido determinado. Atención especial debe ser otorgada a dos áreas en la isla. Una zona que se extiende desde los alrededores de la parte oriental del final de la pista del aeropuerto hasta el pueblo de Dewey está dentro del llano de inundación de 100 años. Esta área cuenta con residencias y negocios, y los espacios para nuevo desarrollo son limitados. El área de inundación que rodea Playa Flamenco también requiere especial atención. Los usos actuales en esta zona incluyen un hotel y facilidades recreativas públicas. Especial atención durante la evaluación de permisos de construcción y desarrollo debe ser puesta sobre toda mejora sustancial, expansión de lo existente o nueva construcción en estas áreas.

### **3.1.1 Recomendaciones para el Manejo de la Zona Inundable**

Hay muchas acciones que Culebra puede realizar, con asistencia de las agencias estatales y FEMA, para fortalecer el manejo de zonas inundables, particularmente en áreas de alto riesgo asociado a la marea ciclónica.

A nivel nacional, solamente uno de cinco dueños de propiedades dentro de llanos de inundación cuentan con seguros por inundación. El Comité Proyecto Impacto de Culebra puede alentar una mayor participación en el Programa Nacional de Seguros por Inundaciones (NFPI). Información sobre como obtener un seguro y cumplir con los requerimientos en zonas inundables puede ser distribuida en áreas de alto riesgo identificadas.

Culebra puede estar mejor preparada para tomar ventaja frente a futuros desastres al identificar, y asignar prioridad a medidas de mitigación ahora. Identificar dueños de propiedades y vecindarios que han tenido daños repetitivos por inundaciones y que están dispuestos a participar en programas de adquisición debe ser una prioridad. Ello va a identificar áreas que son idóneas para futuras adquisiciones y relocalizaciones. Dando este paso de planificación antes que ocurra

el próximo desastre va a otorgar a la comunidad una ventaja competitiva para recibir fondos del *Hazard Mitigation Grant Program* (HMGP) de FEMA.

Contar con información, a nivel del gobierno local, fácil y rápidamente accesible puede mejorar el plan de manejo de la zona inundable. Los límites de la zona inundable pueden ser sobrepuestos sobre fotos aéreas para proveer una forma no costosa para ilustrar la extensión y cobertura de la zona de 100 años y la zona VE dentro de Culebra.

La forma más efectiva de reducir daños asociados a inundaciones es desalentar el desarrollo inapropiado dentro de la zona inundable. La reglamentación para el manejo de llanos de inundación adoptados por el Gobierno de Puerto Rico es la mínima requerida; el Gobierno Municipal de Culebra podría hacer más fuerte los requerimientos de construcción o limitar el desarrollo residencial en estas zonas. El desarrollo comercial dentro de la zona VE puede limitarse a actividades y usos dependientes del agua. Cualquier reglamento revisado debe contar con la aprobación de la Junta de Planificación de Puerto Rico.

Atención especial debe ser brindada al proceso de otorgar permisos para aquellas reparaciones, mejoras o expansiones sustanciales en estructuras existentes y para nuevas construcciones en la zona VE. Para nuevos desarrollos, se debe alentar el desarrollo en agrupamientos (“cluster development”), si posible, a un nivel de elevación de 2.6 metros (7.8 pies), la cual es la elevación máxima estimada para un huracán tipo 5 (*1997 Hurricane Storm Atlas for the Commonwealth of Puerto Rico*). Esto no va a ser posible para todos los desarrollos propuestos en el litoral costero donde algunas propiedades ubican enteramente dentro de la zona VE. Consideraciones deben ser dadas al derecho de desarrollo de un dueño de propiedad que no puede ser incautado mediante restricciones al desarrollo.

Propuestas de segregaciones deben ser cuidadosamente evaluadas de manera que no se creen pequeños lotes contenidos por completo dentro de la zonas VE y AE. Ello complicaría el proceso de obtener permisos a los dueños de estas pequeñas propiedades creadas cuando surja el interés en desarrollarlas.

### **3.2 PELIGRO DE DESLIZAMIENTOS**

Los deslizamientos son un proceso geológico continuo en Puerto Rico. Estos varían en tamaño, desde unos pocos metros cúbicos de suelo y/o roca hasta faldas enteras de lomas o montes a lo largo de centenares de metros. Aunque eventos naturales de deslizamiento de magnitud extraordinaria pueden provocar graves daños en Puerto Rico, la frecuencia es baja. Los procesos geológicos que producen tales eventos de gran magnitud suceden lentamente en términos del tiempo histórico. La mayoría de los deslizamientos económicamente significativos que ocurren en Puerto Rico son el resultado de fallas en la pendiente de laderas, provocadas por la actividad de corte y de relleno por las manos humanas, que siguen a los eventos de fuertes lluvias.

La topografía escarpada, con suelos poco profundos y de grano fino sobre la roca, que existe en Puerto Rico, lo hacen muy susceptible a deslizamientos. Durante el huracán Georges, la intensa lluvia diseminada dentro de la región montañosa de la isla principal de Puerto Rico resultó en numerosos deslizamientos que bloquearon y colapsaron carreteras y, en otros casos, destruyeron residencias. La formación geológica de Culebra, sin embargo, no representa un riesgo

significativo para deslizamientos. Durante visitas de campo, el Equipo de Trabajo de este estudio evaluó algunos eventos pequeños de deslizamientos que siguieron al paso del huracán Georges. Hay poca evidencia histórica de actividad de deslizamientos de importante magnitud en todas las formaciones geológicas de rocas en la isla.

Un mapa demostrando deslizamientos y áreas susceptibles a los mismos en Puerto Rico, elaborado por Watson H. Monroe en 1979 (1:240,000) fue utilizado para identificar zonas amplias y generalizadas de susceptibilidad. La isla de Culebra fue identificada como un área de baja susceptibilidad a deslizamientos. Esto se entiende cuando se considera las formaciones geológicas de rocas presentes en la isla. La geología es volcánica en origen y las formaciones principales dioritas y andesitas no están profundamente meteorizadas o fracturadas. Esto no quiere decir que no existe el peligro a deslizamientos porque otros factores deben ser considerados.

Factores que contribuyen a deslizamientos incluyen el tipo de la geología rocosa, el corte excesivamente inclinado y los rellenos a lo largo de caminos y carreteras y en laderas desarrolladas, y el drenaje superficial y subterráneo inadecuado. Las categorías de riesgo mostradas en el Mapa de Susceptibilidad a Deslizamientos son derivadas, principalmente, por la información de pendiente. A la medida que aumenta el por ciento de pendiente, el potencial de deslizamiento incrementa. Pendientes de terreno y sistemas de drenaje propiamente diseñados, construidos y mantenidos pueden frecuentemente atenuar estos factores que contribuyen a los deslizamientos. Sin embargo, el costo de construir pendientes estables es significativamente altos cuando pendientes naturales están inclinadas más del 35 por ciento ( $19.3^\circ$  o 2.9H:1V). Estas tres medidas de pendientes se denominan, respectivamente, por ciento de pendiente, grado de pendiente y razón de pendiente (o distancia horizontal sobre elevación vertical en distancia).

Hay una categoría especial de deslizamiento que se conoce como “flujo de escombros”. Este tipo de flujo es una corriente rápida de tierra, rocas, agua y vegetación. El flujo de escombros ocurre en áreas donde el drenaje es muy inclinado y se extiende hacia arriba. Típicamente, no hay aviso antes de que el deslizamiento ocurra. El flujo de escombros comienza cuando lluvia intensa causa que los lados del área de drenaje cedan durante un deslizamiento de tierra. El material, una vez saturado, pierde consistencia estructural al fallar y se convierte en lodo. El lodo fluye hacia abajo en la línea de flujo del drenaje a velocidad que depende de la consistencia del lodo (incluyendo rocas y vegetación) y de la inclinación de la línea de flujo. La velocidad puede exceder 30 millas por hora. El flujo de escombros puede causar daños significativos a estructuras y/o personas que se encuentren dentro del área de drenaje del declive y en las áreas llanas en la parte baja del declive del terreno. La presencia de escombros en el área de drenaje es una indicación de que flujo de escombros ocurrirá nuevamente en la misma área de drenaje durante futuras lluvias intensas.

### **3.2.1 Recomendaciones para Deslizamientos**

Las recomendaciones que siguen ayudan a reducir el potencial de deslizamientos por fallas debidas a corte y relleno durante periodos de intensas lluvias o terremotos:

- Evitar el desarrollo, donde sea posible, de cualquier instalación pública en áreas con pendientes escarpadas mayores del 50 por ciento. Construcciones de viviendas y vías sobre

pendientes mayores del 50 por ciento están sujetas a riesgos mayores de deslizamientos y deberían ser desalentadas en los procesos de evaluación de permisos de segregación y desarrollo. El Gobierno Municipal de Culebra no debe aceptar caminos privados para mantenimiento público en áreas con declives mayores al 50 por ciento.

- El riesgo de inestabilidad y fallas de pendientes por corte y relleno aumenta progresivamente en la medida que la inclinación natural del terreno incrementa de 35 a 50 por ciento. El riesgo de fallas de pendientes de corte y relleno en este rango de declives naturales debe ser considerado como moderado.
- Evitar y desalentar desarrollos dentro y directamente bajo drenajes escarpados que se extienden hacia arriba de las laderas. Estas áreas son susceptibles a “flujos de escombros”.
- Medidas de ingeniería apropiadas deben ser requeridas para el diseño de todas las pendientes de corte y relleno, sea el desarrollo propuesto privado o público.
- Jibson (1986) recomienda las siguientes medidas de mitigación de riesgos que deben ser consideradas por el Gobierno Municipal: usar pendientes de bajo declive para las carreteras; requerir sistemas de disposición de aguas usadas adecuadas para nuevas residencias de manera que el terreno no se sature y desestabilice; usar cañerías plásticas para dirigir las aguas usadas a los lados de las viviendas existentes y no pendiente abajo de las mismas; instalar alcantarillados o drenajes subterráneos en nuevos desarrollos; y canalizar las corrientes superficiales de aguas de lluvia en forma segura y alejada de desarrollos existentes y propuestos en pendientes pronunciadas.

### **3.3 RIESGOS DE VIENTOS DE ALTA VELOCIDAD**

Durante el Huracán Georges, el Servicio Nacional de Meteorología (NWS), informó sobre vientos con velocidad variable desde 109 mph hasta ráfagas de 133 mph, mientras pasaba a través de la isla de Puerto Rico. Basada en información recopilada, y observaciones hechas por el BPAT, la velocidad del viento sentida en Puerto Rico durante el paso del Huracán Georges no excedió el diseño básico de velocidad de 110 mph especificado en el Reglamento de Planificación Núm. 7 (FEMA, marzo 1999). Por lo tanto, las velocidades registradas no fueron lo suficientemente fuertes para probar el diseño de ingeniería de tormenta descritas en dichas Regla.

Aunque el Huracán Georges no excedió el diseño de tormenta, un gran número de edificios residenciales en Puerto Rico sufrieron daños estructurales. Un evento significativo de vientos más fuertes, habría resultado en daños por vientos significativamente mayores. El Equipo de BPAT concluyó que, aunque los daños causados por el Huracán Georges no hubieran podido ser evitados, una gran cantidad de daños se hubieran podido evitar si más edificios se hubieran construidos siguiendo el Reglamento de Planificación Núm. 7 (vigente en ese momento).

Los daños se atribuyeron, mayormente, a la falta de continuidad en la ruta de carga desde la estructura del techo hasta la base (FEMA, marzo 1999). Si un edificio hubiese sido diseñado y construido con una ruta de carga continua, entonces la fuerza y la carga funcionando en cualquier porción del edificio serían transferidas a la base del edificio. La transferencia ocurriría a través

de los miembros estructurales del edificio (columnas, y vigas ) y la manera en que están conectados.

Después del Huracán Georges, el Gobierno de Puerto Rico adoptó el Código Uniforme de Construcción del 1997 (UBC, por sus siglas en inglés) con algunas enmiendas locales bajo el Reglamento de Emergencia. El código UBC del 1997 incorpora ingeniería de investigación de vientos intensos que han ocurrido desde que el Reglamento de Planificación Núm. 7 se enmendó en 1987. El recién adoptado código, actualiza los estándares nacionales para construcciones en concreto y acero. Más importante aún, el UBC del 1997 ha especificado enmiendas que incluyen el uso de un modelo de viento refinado (ASCE 7-95) para determinar diseños para carga de vientos para edificios. Estos refinamientos incluyen la mayoría de las deficiencias en provisión para vientos que existían bajo el Reglamento de Planificación 7.

El equipo del trabajo de este estudio modificó el modelo de viento de la ASCE 7-95 para el desarrollo del Mapa de Riesgo de Fuertes Vientos. El modelo de riesgo ante fuertes vientos utilizado en este estudio es una generalización en un sistema de información geográfica (GIS, por las siglas del inglés) del anterior a una escala adecuada de insumo para el proceso de planificación del uso del suelo. La intención de los resultados del análisis están dirigidos a presentar el riesgo ante vientos relativo a áreas extensas, mucho mayores que aquella (a escala de edificios) para la cual el modelo de vientos (ASCE 7-95) originalmente fue diseñado, por lo que no puede ser sustituto del modelo original para la evaluación de carga de vientos específico para edificios. Los procedimientos desarrollados por ASCE para el cálculo de la carga de viento requiere información de la velocidad de viento, tipo y altura de edificio, exposición, ráfagas de vientos y topografía. Para la aplicación del análisis de GIS para la planificación del uso del terreno sólo se consideró el efecto topográfico sobre el viento, permaneciendo constantes todos los otros factores incidiendo en el aumento de velocidad o carga del viento.

### **3.3.1 Recomendaciones para Vientos de Alta Velocidad**

Después del huracán Georges, las recomendaciones dirigidas a minimizar los efectos adversos de vientos con fuerza de huracán se enfocan, primordialmente, en la Administración de Reglamentos y Permisos o la ARPE. La ARPE ha tomado varios pasos importantes después del Huracán Georges para aumentar la seguridad pública y reducir daños a la propiedad por eventos naturales. A petición de la ARPE, la Conferencia Internacional de Oficiales de Construcción, (ICBO, por sus siglas en inglés) condujo y completó una revisión externa de la ARPE en enero de 1999. La revisión externa evaluó cómo la ARPE administra y pone en vigor las reglas de planificación relacionadas con el diseño y construcción de edificios. La revisión resultó en recomendaciones en el área de política, procedimientos, adiestramiento, prácticas y educación, entre otras.

La ARPE enfrenta retos difíciles para implementar muchas de las recomendaciones de la ICBO. La BPAT y la ICBO revisan construcciones ilegales y no reguladas a través de Puerto Rico. Fallas en las reglamentaciones y falta de interés en ponerlas en vigor, permite la construcción ilegal de edificaciones de viviendas.

El Comité Proyecto Impacto de Culebra puede alentar al Gobierno Municipal a que trate de incitar el fortalecimiento de la ARPE en la supervisión de construcciones comerciales y residenciales en la isla. Dada la carencia histórica de atención cuidadosa del proceso de evaluación de permisos de construcción y a la ausencia de inspección de obras en Culebra por parte de la ARPE, los intentos para reforzar la presencia y actuación de la ARPE pudieran ser difícil de lograr.

Otras recomendaciones generales incluyen:

- Estimular a los arquitectos, ingenieros y contratistas trabajando en proyectos en Culebra a ser conocedores de los nuevos códigos y estipulaciones de construcción adoptados para hacer estructuras más resistentes a vientos.
- Continuar los seminarios de adiestramiento respecto a las oportunidades de refuerzo de estructuras y al mejoramiento de las técnicas de construcción para hacer estructuras más resistentes a vientos.
- A partir del huracán Marilyn, FEMA ha desarrollado una gama amplia de manuales y panfletos sobre el refuerzo de estructuras ante fuertes vientos. El Comité Proyecto Impacto de Culebra puede revisar estos documentos y adecuarlos para atender las prácticas comunes de construcción en la isla.
- Estimular la participación continua del Colegio de Ingenieros como un socio de Proyecto Impacto en programas de adiestramientos y en el desarrollo de recomendaciones concernientes a técnicas de construcción resistente a desastres.
- Estimular a la Autoridad para la Conservación y Desarrollo para asumir un papel más activo en el proceso de evaluación de permisos. Debe lograrse un Memorándum de Entendimiento con ARPE para la inspección y seguimiento de actividades de construcción en la isla y proveer los medios locales para hacer cumplir los reglamentos mediante la emisión de penalidades.

### 3.4 RIESGO DE TERREMOTOS

Como gran parte del Caribe, Puerto Rico está sujeto a terremotos significativos, así como riesgo de tsunamis. El historial de daños causados por terremotos en Puerto Rico data del 1867, cuando el primer terremoto documentado ocurrió al sureste de la Isla, con una magnitud estimada de 7.3 en la escala Richter. El terremoto de 1867 tuvo un tsunami asociado que golpeo las Islas Virgenes Americanas pero que no afecto a Culebra ni a Vieques. En 1918, la isla fue estremecida por un terremoto de una magnitud de 7.5, con el epicentro localizado a 9 millas de la costa norte. Luego del terremoto, la isla recibió el embate de una ola tsunami de aproximadamente 19 pies de altura causando daños severos. Como resultado, 119 personas murieron, de las cuales 40 fueron resultado directo del tsunami (FEMA marzo 1999). Ningún daño fue informado en Culebra.

Subyacente a Culebra y las islas adyacentes se encuentra roca volcánica e intrusiva probablemente de la era del Cretáceo Superior. La roca andesita subyace en la mayor parte de la isla y muchos de los acantilados marinos exhiben almohadas de lava que es una característica de la lava enfriada debajo del mar. Asociada a la lava andesita es la *brecha* volcánica, compuesta

de fragmentos de roca piroplástica pequeños. Una área de toba, ceniza y sedimentos finos compactados, es localizada en la porción noreste de la isla. La toba andesita es caracterizada por estratificación prominente en capas de espesor variado desde pocas pulgadas hasta varios pies de ancho. La toba y la lava andesita subyacente presentan intrusiones de diorita en el norte central de Culebra. La diorita se meteorizó en cantos rodados de muchos pies de diámetro, que cubren una porción sustancial de las pendientes escarpadas en el norte central de Culebra. La descripción geológica es extraída de una investigación conducida por T. W. Donnelly en 1959.

Culebra está localizada dentro de la Zona 3 de Peligro de Tsunami que indica un potencial existente para un tsunami en el rango de 15 a 30 pies (4.5 metros a 9 metros) (USGS Open File Report 85-533). El riesgo de desastre asociado con tsunamis fue incorporado dentro de la evaluación de riesgo ante múltiples peligros asignando un riesgo relativamente alto a las líneas de contorno entre el nivel medio de la marea y los 5 metros de elevación y un riesgo relativo menor entre los intervalos de 5 metros a 10 metros. No se conocen fallas submarinas significativas en la vecindad inmediata de Culebra, aunque una andana general de actividad sísmica ha sido detectada en un área al norte de las Islas Vírgenes de EE.UU. y las británicas que no puede ser relacionado a alguna falla submarina significativa. Estaciones sísmicas que son propuestas en Culebras y en las Islas Vírgenes podrían ser capaz, en el largo tiempo, de proveer datos sísmicos más detallados en esta área de incertidumbre sobre la actividad sísmica.

La disponibilidad de información geológica sobre Culebra no permite al Equipo de Trabajo de este estudio hacer distinciones a nivel de planificación para la evaluación de riesgos ante peligros múltiples. Las formaciones de roca diorita y andesita son tipos de roca dura que aparentan poca meteorización o fracturas. Geólogos expertos locales<sup>4</sup> no estaban preocupados del todo respecto a la ampliación acelerada del movimiento del terreno en las formaciones de roca de Culebra. Los aluviones recientes de arena y sedimento fino son depósitos poco profundos sobre el lecho de roca dura.

Christine van Hildebrandt expreso preocupación por sobre el pequeño número de estructuras en Dewey encontradas a lo largo de la laguna Lobina, un canal construido para proveer acceso a la Ensenada Honda. Algunas de las estructuras, mayormente en usos comercial, fueron construidas sobre relleno que podría devenir inestable durante un evento sísmico.

### **3.4.1 Recomendaciones Concernientes al Riesgo Sísmico**

La recomendación de mitigación de desastres más importante para el riesgo sísmico identificado en Culebra es diseñar y construir nuevas edificaciones en cumplimiento con los códigos de construcción más recientes. Las estipulaciones contenidas en *American Society of Civil Engineers Standard 7-95 (ASCE 7-95)*, *Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures*, así como en el *National Earthquake Hazards Reduction Program (NEHRP 1997)* se requieren en todas las estructuras en Puerto Rico, incluyendo viviendas unifamiliares, para ser resistentes a sismos. Estos documentos tienen estándares estrictos para la incorporación de

---

<sup>4</sup> Las implicaciones que tienen para la planificación los riesgos sísmicos relacionados a la formación geológica de Culebra y los sistemas de fallas submarinas en los alrededores fueron discutidos por Christine van Hildebrandt, sismóloga de la Universidad de Mayagüez. Discusión adicional sobre construcciones relacionadas a la geología de Culebra fueron sostenidas con Ramón Alonso Harris, geólogo del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales de Puerto Rico.

consideraciones ante sismos en la construcción de edificios. El Código Uniforme de Construcción de 1997 (UBS), adoptado en Puerto Rico en diciembre de 1998, cumple con el 1997 NEHRP y las estipulaciones sobre sismos del ASCE 7-95 (FEMA Marzo 1999).

La isla de Culebra, al igual que la isla de Puerto Rico, esta sujeta a la Zona 4 de Riesgo Sísmico, indicando riesgo sísmico alto. Dada la formación rocosa dura volcánica de Culebra, los estándares de construcción de Zona 4 podrían considerarse conservadores.

Reforzar las edificaciones existentes es difícil y costosa, pero Proyecto Impacto puede considerar el refuerzo ante sismos de las instalaciones públicas críticas tales como centros de salud, escuelas y refugios.

### **3.5 MAPA DE RIESGOS COMBINADOS**

Uno de los beneficios de utilizar la tecnología de GIS para el estudio o inspección de múltiples riesgos de daños es la habilidad de combinar riesgos individuales y desarrollar un mapa compuesto de riesgos para cada región.<sup>5</sup> Un índice de vulnerabilidad se preparó que considera la intensidad de los daños potenciales y el intervalo de recurrencia para cada tipo de peligro. El índice de vulnerabilidad permite una comparación entre peligros diferentes al modificar la tasa cuantitativa de riesgo establecida para cada riesgo individual.

Los intervalos de recurrencia para vientos fuertes, inundación y deslizamientos de tierra fueron determinados evaluando la recurrencia de los eventos que han causado daños sustanciales desde 1989. Tsunamis y terremotos no están documentados debidamente ya que el terremoto más reciente en Puerto Rico ocurrió en 1918. La intensidad de valores determinado para vientos fuertes, inundaciones y deslizamientos también reflejaron información sobre las cinco declaraciones de desastres más recientes (Georges, Hortensia y Marilyn, la inundación del Día de Reyes y el Huracán Hugo). Basado en el estudio de daños descritos en los Informes Interagenciales Para Mitigación de Daños y en datos recopilados por FEMA sobre el costo de los desastres, el por ciento de daños por tipo de peligro fue estimado para cada desastre. El factor de intensidad fue determinado usando estimados de daños actuales por tipo de riesgo agregado durante los últimos cinco desastres declarados.

El índice de vulnerabilidad es derivado al multiplicar la recurrencia por el factor de intensidad. El valor numérico asignado para bajo, moderado, alto, y severo, fueron entonces multiplicados por el índice de vulnerabilidad para cada tipo de riesgo. Los índices de susceptibilidad de riesgos de inundación, altos vientos, deslizamientos, y terremotos se sumaron para crear el mapa de riesgos combinados. El riesgo combinado fue clasificado como categorías de riesgo bajo, moderado, alto y severo. Como una política y meta del gobierno local, el desarrollo debe ser alentado en áreas clasificadas con riesgo combinado bajo y desalentado en áreas bajo categorías de riesgo mayores.

---

<sup>5</sup> Ver los mapas del Apéndice 2.

## **3.6 MAPA DE USOS DE TERRENOS PROPUESTOS**

El resumen de las recomendaciones de planificación están reflejadas en el Mapa de Usos De Terrenos Propuestos (*Proposed Land Use Map*).<sup>6</sup> Este mapa se preparó evaluando el riesgo combinado y determinando áreas en general en el municipio donde se debe restringir el desarrollo debido a la presencia de riesgos naturales y las áreas donde el desarrollo se debe estimular por que presentan bajos riesgos. Muchos otros factores se tomaron en consideración al definir los usos propuestos para la tierra. Corredores de transportación y los usos de tierra existentes también fueron usados en el análisis.

Cinco recomendaciones principales se demuestran en el Mapa de Usos De Terrenos Propuestos:

### **3.6.1 Áreas de Futuro Crecimiento**

Cinco áreas de futuro crecimiento aledañas a Dewey y Ensenada Honda son señaladas. Estas áreas son recomendadas para desarrollos de alta densidad. Están localizadas en áreas de bajo riesgo ante peligros y contiguas a la infraestructura pública existente.

De particular preocupación es la tendencia actual del uso del terreno en las áreas urbanizadas que tienen serias implicaciones para el desarrollo sustentable a largo plazo. A la medida en que las áreas residenciales se han desarrollado en las últimas décadas, nuevos desarrollos de viviendas han ocurrido como una extensión lineal a lo largo de las rutas existentes dentro de zonas de alto riesgo. Un patrón de usos de terrenos sustentable debería ser adoptado para desarrollar nuevas calles residenciales, en áreas de bajo riesgo, aledañas a la infraestructura existente. Las cinco zonas para nuevo desarrollo demarcadas en el Mapa de Usos De Terrenos Propuestos cumplen con este criterio y proveen bastante terreno en áreas de bajo riesgo para atender la demanda futura de residencias.

### **3.6.2 Restricciones para el Desarrollo**

El desarrollo debe ser desalentado en áreas de alto riesgo ante peligros naturales señaladas en el Mapa de Usos De Terrenos Propuestos. Estas áreas incluyen riesgos altos y severos ante la fuerza de vientos huracanados y eventos de deslizamientos. La reglamentación de la segregación del suelo y la zonificación constituyen las herramientas preferentes en Culebra para crear un futuro sustentable y más resistente a desastres. La estricta aplicación de las ordenanzas en las zonas inundables va a ser esencial para minimizar los daños futuros en la zona de inundación de 100 años y en la zona VE de marejada ciclónica.

### **3.6.3 Zona Potencial de Adquisición para la Mitigación de Peligros**

El área señalada en el Mapa de Usos De Terrenos Propuestos representa una zona de alto riesgo ante marejadas, inundaciones y tsunami. El área incluye viviendas existentes en la línea de costa

---

<sup>6</sup> Ver los mapas del Apéndice 3.

a lo largo de la PR 250 desde Dewey hasta el aeropuerto. El Equipo de Trabajo este estudio recomienda identificar esta zona como un proyecto potencial de mitigación mediante adquisición, de fondos del HMGP de FEMA estar disponibles en el futuro. Tener un proyecto de mitigación mediante adquisición predefinido colocaría a Culebra en una posición competitiva para recibir fondos del HMGP.

### **3.6.4 Áreas Recreativas y Ambientalmente Sensitivas**

Ocho zonas costaneras están identificadas merecedoras de protección del desarrollo inapropiado. Estas áreas están sujetas a alto riesgo de inundaciones, marejadas y tsunamis. Además, algunas de estas zonas son de gran valor como destino turístico y son críticas para la economía turística culebrense en su conjunto. Finalmente, estas áreas son ambientalmente sensitivas y sirven de hábitat para la vida silvestre, incluyendo varias especies endémicas.

### **3.6.5 Área Rural de Baja Densidad.**

El área demostrada en amarillo en el Mapa de Usos De Terrenos Propuestos, fuera de la zona urbana y de las zonas de futuro crecimiento, debe ser reservada para el futuro crecimiento de baja densidad sin que se le provea servicio de alcantarillado sanitario. Deficiencias en la reglamentación existente en Puerto Rico y el proceso de permisos sobre la segregación del suelo, que han permitido a los dueños subdividir el suelo en parcelas pequeñas (de una a cinco cuerdas o acres) deben ser subsanadas. En la porción rural oriental de la isla, los dueños de la propiedad del suelo se han valido de estas deficiencias para crear numerosos lotes de tamaño pequeño, principalmente para el desarrollo de segundas residencias. Si se permite que continúe, esto va a llevar a un patrón inapropiado del uso del terreno en la zona rural.

## **3.7 EVALUACIÓN DEL PLAN TERRITORIAL Y LA ZONIFICACIÓN PROPUESTA**

El Equipo de Trabajo de este estudio revisó una copia digital del mapa de zonificación propuesto para el municipio de Culebra, parte de la cuarta fase del Plan Territorial (Plan Final). Se estudió la zonificación propuesta sobreimponiendo el mapa de zonificación digital sobre el Mapa de Usos De Terrenos Propuestos descrito en la sección previa.

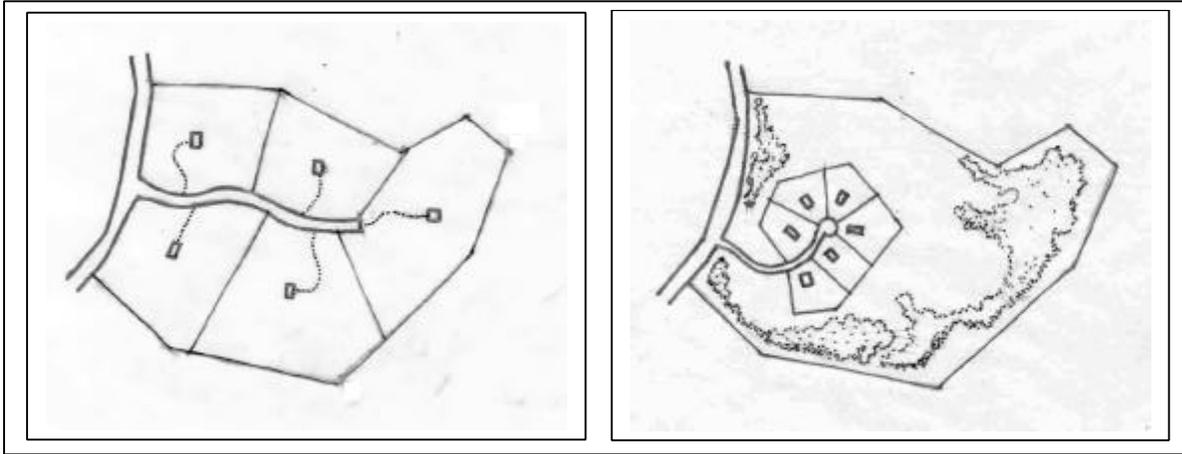
Nuestro hallazgo general respecto al mapa de zonificación propuesto en el Plan Territorial es que su implantación va a llevar a un desarrollo futuro no sustentable para la municipalidad. El Equipo de Trabajo recomienda que la Asamblea Municipal no debe aceptar la zonificación propuesta en la forma actual. Su aprobación llevaría a un desarrollo desparramado de baja densidad a través de la isla orientado a segundas viviendas. Más todavía, éste no provee áreas para desarrollo denso accesible a los culebrenses que sean aledañas a la zona urbanizada que cuenta con infraestructura.

Un incremento dramático en segundas viviendas de alto costo incrementaría la base contributiva de propiedad Culebra. No obstante, un incremento de los gastos municipales puede también ser esperado como resultado de este desarrollo. Este tipo de desarrollo promovería la erosión del

suelo y degradaría el valor de la base de recursos naturales de la isla, que es un importante atractivo para el turismo. El tamaño estándar de un lote por cada cinco cuerdas (5 acres) permitido en el distrito R05-C va a requerir una red extensa de carreteras y utilidades y promovería el desarrollo en áreas de alto riesgo.

El mapa alternativo de zonificación presentado por el Equipo de Trabajo de este estudio fue elaborado a partir de la evaluación de riesgos ante peligros múltiples conducido en Culebra (Ver mapa del Apéndice 3). El mapa alternativo de zonificación provee un compromiso que permite distritos R05-C en porciones rurales del Municipio pero retiene el distrito R025-C en áreas de alto riesgo combinado y en áreas donde la preservación y conservación de recursos naturales resultan críticas para mantener la base económica turística de Culebra. Las principales recomendaciones contenidas en la zonificación alternativa incluyen:

- Retener distritos R025-C para áreas de alto riesgo. Esta zonificación es legalmente justificable debido a la metodología de análisis de riesgos combinados y porque áreas extensas con riesgo menor son presentadas con zonificaciones que permiten desde una unidad de vivienda por cuerda hasta 5 unidades de vivienda por cuerda.
- Si los dueños de propiedades tienen grandes extensiones de terrenos bajo los dos tipos de distritos de zonificación R05-C y R025-C, ellos pueden tener la oportunidad de transferir los derechos de desarrollos desde la zona de alto riesgo R025-C a la porción de la finca bajo riesgo bajo R05-C.
- Porciones de terrenos zonificados R01-C en la parte oeste de la isla han sido modificados para ajustarse mejor al riesgo ante peligros y dos zonas R01-C cerca de Playa Zoni son recomendadas para reducir la densidad mediante un distrito R05-C o R025-C.
- En el distrito R05-C, los dueños de propiedades tendrán el derecho para subdividir la finca en lotes de 5 cuerdas mínimos. Sin embargo, la estipulación de desarrollo en agrupamiento (“cluster development”) debe ser impuesta para específicamente incluir todos los usos residenciales y no sólo usos vacacionales o recreativos. La estipulación de desarrollo en agrupamiento podría no tener un requerimiento mínimo de tamaño de solar pero podría solamente permitir un lote mayor de dos cuerdas (ver Figura 3.1). Esta incluiría un incentivo de densidad, quizás permitiendo a los dueños de propiedad obtener un incentivo de bonificación de densidad hasta 1.3 veces el número de viviendas permitidas bajo el requerimiento de una unidad por cinco cuerdas. Por ejemplo, una finca de 25 cuerdas, bajo la zonificación estándar, se puede subdividir en 5 lotes de 5 cuerdas cada uno; bajo el desarrollo en agrupamiento se conseguirían 6 lotes. Así mismo, una finca de 100 cuerdas alcanzaría los 26 solares en vez de 20 bajo la segregación convencional.



**Figura 3.1. Subdivisión convencional de 5 cuerdas vs opción de desarrollo en agrupamiento**

- Las estipulaciones en el distrito R05-C para permitir paradores, hoteles y hospederías deben ser fortalecidas. Hospederías y otros establecimientos de “cama y desayuno” (B&B’s) no deberían ser usos permitidos en forma ministerial en los R05-C pero pueden ser considerados como excepciones al igual que se tratan los hoteles y paradores. Se debe imponer restricción al número de cuartos que pueden ser permitidos para acomodar a los turistas fuera de los distritos de zonificación de áreas urbanizadas.
- Retener R025-C como una zona de amortiguación para preservar áreas de alto valor para el turismo y de alto valor natural. Estas áreas, generalmente localizadas en zonas de alto riesgo, son ambientalmente sensibles y son críticas para mantener la economía basada en el turismo. Las áreas ambientalmente sensibles son los arrecifes de coral, lagunas, bahías, bosques de mangles y las áreas de amortiguamiento que rodean estos elementos.
- El mapa de zonificación propuesto en el Plan Territorial no demuestra suficientes terrenos para el desarrollo futuro para los residentes permanentes de Culebra. Una extensa área de suelo urbanizable debe ser demarcada alrededor del área ya urbanizada. La transición súbita del suelo urbano a R05-C en sus terrenos aledaños limitaría o obstaculizaría su desarrollo posible en altas densidades.

La zonificación propuesta por URS/CIPA expande el suelo urbano para incluir los terrenos no desarrollados aledaños con riesgo combinado bajo. Estos terrenos deben ser reservados para el ensanche urbano de alta densidad y deberían no ser desarrollados en solares de 5 cuerdas, entorpeciendo o evitando desarrollos densos en suelos adyacentes a la infraestructura existente.

Las recomendaciones de zonificación alternativas resultarán en un desarrollo más sustentable para Culebra, proveyendo mejores oportunidades a los culebrenses para construir hogares en los suelos de ensanche urbano propuestos, y reduciendo la degradación ambiental y la pérdida del potencial turístico que se asocia a la zonificación actualmente propuesta en el Plan Territorial.

El Equipo de Trabajo de este estudio invita al Comité Proyecto Impacto a llevar esta preocupación a la Asamblea Municipal que debe adoptar el Plan Territorial después de una vista pública final.

## **4 ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD**

El análisis de vulnerabilidad juega un papel vital de asistencia al esfuerzo del Proyecto Impacto de Culebra en la preparación frente a desastres naturales y en la mitigación de sus efectos. Un inventario de estructuras provee la herramienta para asignar prioridades a las acciones de mitigación, dando apoyo a la realización de las actividades de preparación, respuesta y recuperación ante desastres, así como a las operaciones cotidianas de las personas involucradas. El inventario consistió de cuatro fases:

- 1) Preparación de un mapa base detallado;
- 2) Preparación de una ficha y una metodología de investigación;
- 3) Desarrollo de una aplicación de base de datos para la entrada de información, y
- 4) Un análisis de vulnerabilidad

### **4.1 METODOLOGÍA DEL TRABAJO DE CAMPO**

Se determinó que una rápida investigación visual debería ser conducida como preludio a una evaluación detallada en sitio de la estructura. Para facilitar el proceso, una serie de mapas fueron creados a partir de fotografías aéreas de alta resolución en el sistema de información geográfica (GIS). La isla entera fue dividida en cincuenta y tres (53) bloques o áreas de trabajo y un número de identificación fue dado a cada estructura individual dentro de cada área de trabajo particular. Una ficha de inventario fue preparada para permitir a los inspectores<sup>7</sup> capturar información importante de forma consistente (ver Figura 4.1).

El Equipo de Trabajo desarrolló una aplicación de base de datos simple, con pantallas sencillas de captura de datos, que ayudó al control de calidad durante el proceso de entrada. Una vez los datos fueron incorporados al sistema, el Equipo de Trabajo condujo rutinas para asegurar y controlar la calidad de datos respecto a los elementos geográficos existentes en el mapa base digital en el GIS.

---

<sup>7</sup> La inspección de campo fue conducida por el Colegio de Ingenieros y Agrimensores de Puerto Rico (CIAPR) y el Council for Information and Planning Alternatives, Inc. (CIPA).

<b>PROJECT IMPACT CULEBRA</b> <b>Structure Inventory</b>		<b>STRUCTURE ID</b>	
		Block	No.
Inspector:		Date:	
Address:		Picture ID:	
<b>Building Type:</b> <input type="checkbox"/> Single-Family <input type="checkbox"/> Commercial <input type="checkbox"/> Mixed-use (describe): <input type="checkbox"/> Multi-Family <input type="checkbox"/> Public			
<b>Height:</b> <input type="checkbox"/> 1 story <input type="checkbox"/> 3 stories <input type="checkbox"/> 2 stories <input type="checkbox"/> More stories ( )		<b>Age:</b> <input type="checkbox"/> Less than 1 year <input type="checkbox"/> 6 - 10 years <input type="checkbox"/> Over 20 years ( ) <input type="checkbox"/> 1 - 5 years <input type="checkbox"/> 11 - 20 years	
<b>Size:</b> <input type="checkbox"/> Less than 600 sf <input type="checkbox"/> 1500 - 2000 sf <input type="checkbox"/> 600 - 1000 sf <input type="checkbox"/> Other ( ) <input type="checkbox"/> 1000 - 1500 sf		<b>Quality of construction:</b> <input type="checkbox"/> poor <input type="checkbox"/> low <input type="checkbox"/> fair <input type="checkbox"/> good <input type="checkbox"/> very good	
<b>Building construction:</b> <input type="checkbox"/> Slab on grade <input type="checkbox"/> Raised first floor [height: ____]			
<b>Substructure:</b> <input type="checkbox"/> Concrete footing <input type="checkbox"/> Wood piling <input type="checkbox"/> Concrete piling <input type="checkbox"/> Block piling			
<b>Floor:</b> 1st                      2nd                      3rd <input type="checkbox"/> wood <input type="checkbox"/> wood <input type="checkbox"/> wood <input type="checkbox"/> concrete <input type="checkbox"/> concrete <input type="checkbox"/> concrete		<b>Walls:</b> 1st                      2nd                      3rd <input type="checkbox"/> wood <input type="checkbox"/> wood <input type="checkbox"/> wood <input type="checkbox"/> concrete <input type="checkbox"/> concrete <input type="checkbox"/> concrete	
<b>Roof Framing:</b> <input type="checkbox"/> Concrete <input type="checkbox"/> Wood/panel <input type="checkbox"/> Metal on wood		<b>Roof Pitch:</b> <input type="checkbox"/> Flat <input type="checkbox"/> Steep <input type="checkbox"/> Medium	
<b>Roof Cover:</b> <input type="checkbox"/> Concrete <input type="checkbox"/> Wood/panel <input type="checkbox"/> Metal on wood <input type="checkbox"/> Built-up			
<b>HAZARD IDENTIFICATION</b>			
<b>Flood</b>	<b>Coastal</b> Height above water line: <input type="checkbox"/> 1 foot <input type="checkbox"/> 2-5 ft <input type="checkbox"/> 5-10 ft <input type="checkbox"/> 10-20ft <input type="checkbox"/> N/A   Distance from shore: <input type="checkbox"/> < 10 <input type="checkbox"/> > 20 <input type="checkbox"/> > 50 <input type="checkbox"/> > 100 <input type="checkbox"/> > 150		
	<b>Riverine</b> Hazard from gut: <input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No   Height form gut: <input type="checkbox"/> < 2 <input type="checkbox"/> > 5 <input type="checkbox"/> > 10 <input type="checkbox"/> N/A   Distance from gut: <input type="checkbox"/> < 5 <input type="checkbox"/> > 10 <input type="checkbox"/> > 15 <input type="checkbox"/> > 20		
<b>Wind</b>	Window materials: <input type="checkbox"/> glass <input type="checkbox"/> metal <input type="checkbox"/> wood                      Shutters: <input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No		
	Window Sizes: <input type="checkbox"/> 3x5 <input type="checkbox"/> 5x5 <input type="checkbox"/> 6x5 <input type="checkbox"/> > 7x5		
	Roof Height: <input type="checkbox"/> Less than 30 ft <input type="checkbox"/> Over 30'		
	Roof overhang <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> 0 to 18" <input type="checkbox"/> Over 18"		
	Will topography have an effect on the wind ? <input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No		
	Roof mounted equipment: <input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No _____		
Previous damages: <input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No _____			
<b>For Public, Critical or Large Commercial Structures</b>			
Use: <input type="checkbox"/> police <input type="checkbox"/> fire <input type="checkbox"/> school <input type="checkbox"/> manufacturing <input type="checkbox"/> other _____			
Doors: <input type="checkbox"/> small <input type="checkbox"/> large   Doors type: <input type="checkbox"/> wood <input type="checkbox"/> metal <input type="checkbox"/> glass			
Shelter: <input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No                      Utilities vulnerable: <input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No			
<b>In Your opinion:</b> Does it require more study?: <input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No			
Comments:   _____ _____			

**Figura 4.1. Ficha de Inventario**

## 4.2 CATEGORÍAS DE VULNERABILIDAD

Durante el primer taller de trabajo comunitario, los miembros del Comité Proyecto Impacto de Culebra pusieron énfasis en el refuerzo y protección de unidades de viviendas. Los dueños de hogares sentían que está debía ser la primera prioridad que Proyecto Impacto debería tomar en consideración en la implantación de un plan de acción de mitigación. Dentro de la categoría amplia de residencias, a la vivienda unifamiliar, la más común, se le otorgo la prioridad más alta. Una serie de características de las estructuras fueron analizadas para determinar la vulnerabilidad ante eventos naturales de desastres.<sup>8</sup>

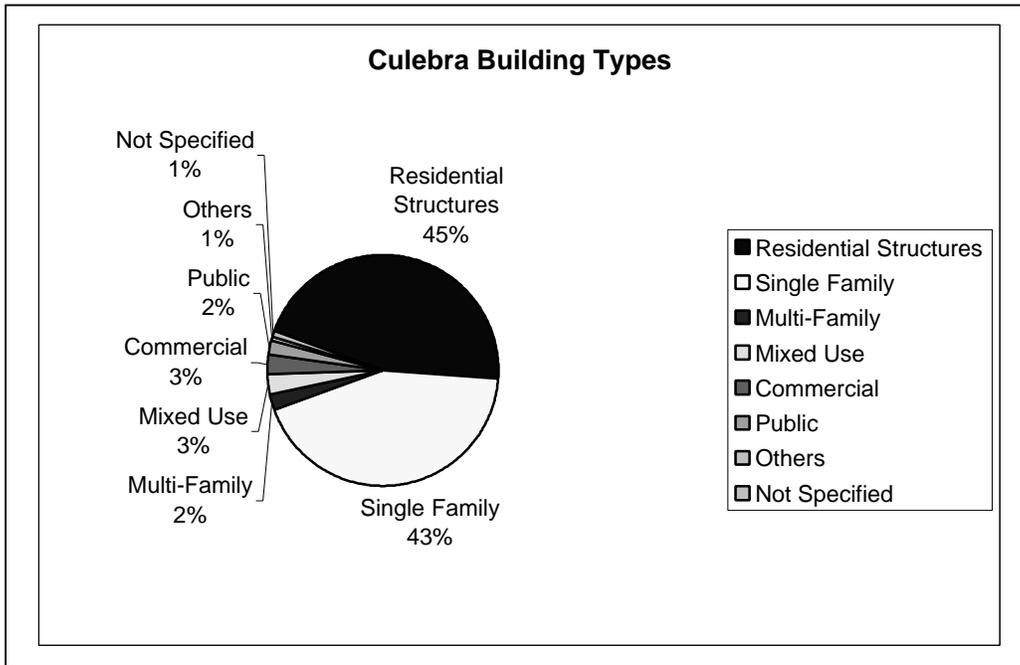
El inventario de estructura contó mil ciento ochenta y seis (1,186) estructuras en toda la isla, incluyendo viviendas unifamiliares y multifamiliares, edificios públicos, comercios y otros usos mixtos. De este total, novecientos noventa y cinco (995) estructuras eran hogares privados que representaban el 84.0% del inventario. Dentro de este grupo, novecientos cuarenta y cinco (945) eran unifamiliares y sólo cincuenta (50) fueron identificadas como multifamiliares. Estructuras de uso mixto totalizaron cincuenta y ocho (58) o 4.9% y se contabilizaron cincuenta y nueve (59) edificios comerciales que representan un 5.0% del total de estructuras identificadas. Cuarenta y dos (42) edificios fueron identificados como uso público, incluyendo escuelas, cuartel de policía, estación de bomberos e infraestructura, para un 3.5% del acervo de edificios de Culebra.<sup>9</sup>

<b>Building Type</b>	<b>#</b>	<b>%</b>
<b>Residential Structures</b>	995	83.9
Single Family	945	79.7
Multi-Family	50	4.2
<b>Mixed Use</b>	58	4.9
<b>Commercial</b>	59	5.0
<b>Public</b>	42	3.5
<b>Others</b>	16	1.3
<b>Not specified</b>	16	1.3
<b>Total of Structures</b>	1186	100.0

Tabla 4.1 Tipos de Estructuras en Culebra

<sup>8</sup> Las características de la estructura utilizadas en el análisis de vulnerabilidad están definidas en el Apéndice 1 “Tablas de la Base de Datos y Atributos”. Este también resalta los campos que fueron utilizados para determinar vulnerabilidad para cada tipo de riesgo.

<sup>9</sup> El total de estructuras cuyo uso no fue clasificado ascendió a treinta y dos (32), representando el 2.6 del total en la isla.



**Figura 4.2 Tipo de Edificios en Culebra.**

De todas las estructuras identificadas en el inventario (residenciales, públicas y comerciales), 71.3% eran de una sola planta, 24.6% de dos plantas y 2.5% de tres o más plantas. El tamaño de la edificación también variaba, desde residencias con menos de 600 pies cuadrados hasta residencias de más de 3,000 pies cuadrados. Un total de trescientas sesenta y ocho (368) unidades (31.2%) tenía menos de 600 p.c.; cuatrocientas veintisiete (427) unidades (36.2%) entre 600 y 1000 p.c.; Ciento setenta y seis (176) o 14.9% entre 1000 y 1500 p.c. y a un total de doscientas quince (215) se le estimó un tamaño mayor a 1500 pies cuadrados.

<b>General Structure Characteristics</b>		
<b>Height of Structure</b>		
<b>#Stories</b>	<b>#</b>	<b>%</b>
1	842	71.3
2	290	24.6
3	29	2.5
Not specified	25	2.1
<b>Total</b>	<b>1186</b>	<b>100.4</b>
<b>Age of Structure</b>		
<b>Years</b>	<b>#</b>	<b>%</b>
< 1	117	10.8
1 - 5	254	23.5
6 - 10	324	30.0
11 - 20	224	20.7
Over 20	139	12.9
Not specified	128	11.8
<b>Total</b>	<b>1186</b>	<b>109.7</b>
<b>Size (sf) of Structure</b>		
<b>Size (sf)</b>	<b>#</b>	<b>%</b>
< 600	368	31.2
600-1000	427	36.2
1000-1500	176	14.9
1500-2000	112	9.5
> 2000	49	4.1
Not specified	54	4.6
<b>Total</b>	<b>1186</b>	<b>100.4</b>

Tabla 4.2 Características Generales de Estructuras en Culebra

### 4.3 CALIDAD DE LA CONSTRUCCIÓN

La calidad de la construcción es un factor importante para determinar el nivel de intervención, mitigación y refuerzo de la estructura. El índice de calidad de la construcción se determinó examinando las técnicas de construcción, selección y combinación de materiales, a partir de la base de datos del estudio de campo.<sup>10</sup>

De novecientos cuarenta y cinco (945) estructuras que fueron identificadas como viviendas unifamiliares, un total de ochenta y nueve (89) casas o 9.4% fueron consideradas de muy pobre construcción, Además, noventa y dos (920) de las estructuras fueron evaluadas con una calidad pobre de construcción y doscientas cincuenta y tres (253) o un 26.8% de calidad moderada.<sup>11</sup>

<sup>10</sup> Este índice de calidad de construcción debe ser considerado subjetivo, dado que los ingenieros y arquitectos condujeron el estudio desde fuera de las estructura y no realizaron una evaluación detallada de la integridad estructural.

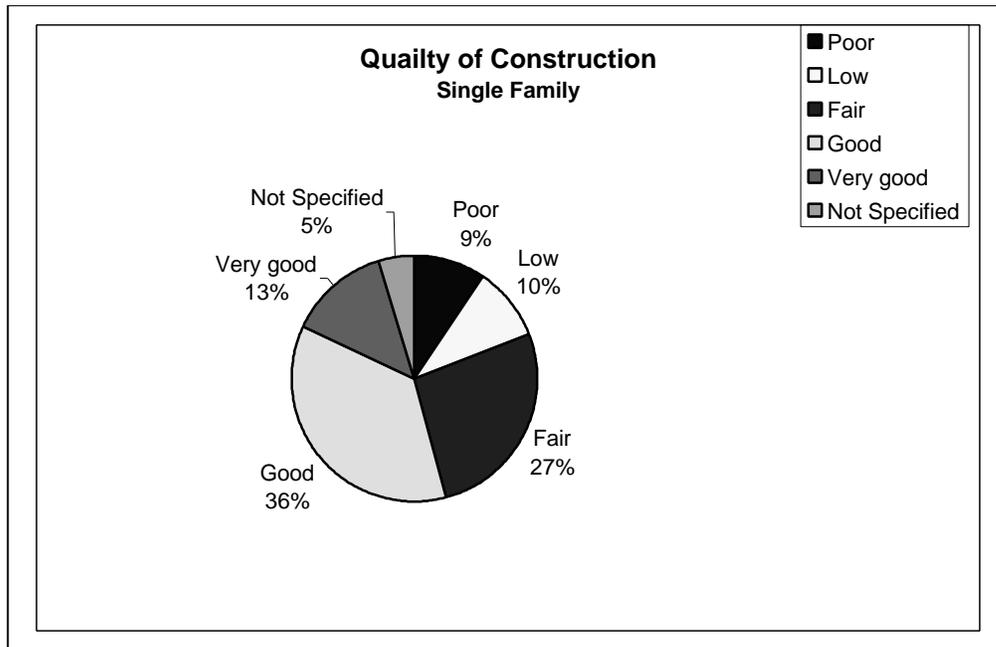
<sup>11</sup> "Fair".

Trescientas cuarenta y una (341) estructuras o 36.1% se identificaron con buena construcción y ciento veinticinco (125) o 13.2% con muy buena construcción.

De cincuenta estructuras multifamiliares, treinta y nueve o 78% se identificaron con buena o muy buena técnica de construcción, nueve (9) o 18% moderada y once (11) estructuras o (22%) con baja o pobre construcción. Un 66% de las estructuras de uso mixto exhibían buena o muy buena construcción. Solamente un 7.6% demostraban baja o pobre calidad. Un 53% de las estructuras comerciales demostraban buena o muy buena construcción.

<b>Quality of Construction (Single Family Homes)</b>	<b>#</b>	<b>%</b>
<b>Poor</b>	89	9.4
<b>Low</b>	92	9.7
<b>Fair</b>	253	26.8
<b>Good</b>	341	36.1
<b>Very good</b>	125	13.2
<b>Not especificed</b>	45	4.8
<b>Total</b>	<b>945</b>	<b>100.0</b>

**Tabla 4.3 Calidad de la Construcción de las Viviendas Unifamiliares.**



**Figura 4.3 Calidad de la Construcción de las Viviendas Unifamiliares**

#### 4.4 VULNERABILIDAD ANTE PELIGRO DE VIENTOS

Muchos factores fueron utilizados para evaluar las estructuras frente a vientos huracanados. Elementos de la base de datos, tales como número de plantas, materiales y tipo de construcción para paredes, pisos, cubierta y armazón de techo, fueron considerados como importantes para evaluar la vulnerabilidad ante este tipo de riesgo. Otros factores fueron incluidos como el grado de inclinación del techo y el material y tamaño de las ventanas. Al voladizo del techo de madera y a la altura de la estructura se le otorgó un gran peso de rango en la metodología.

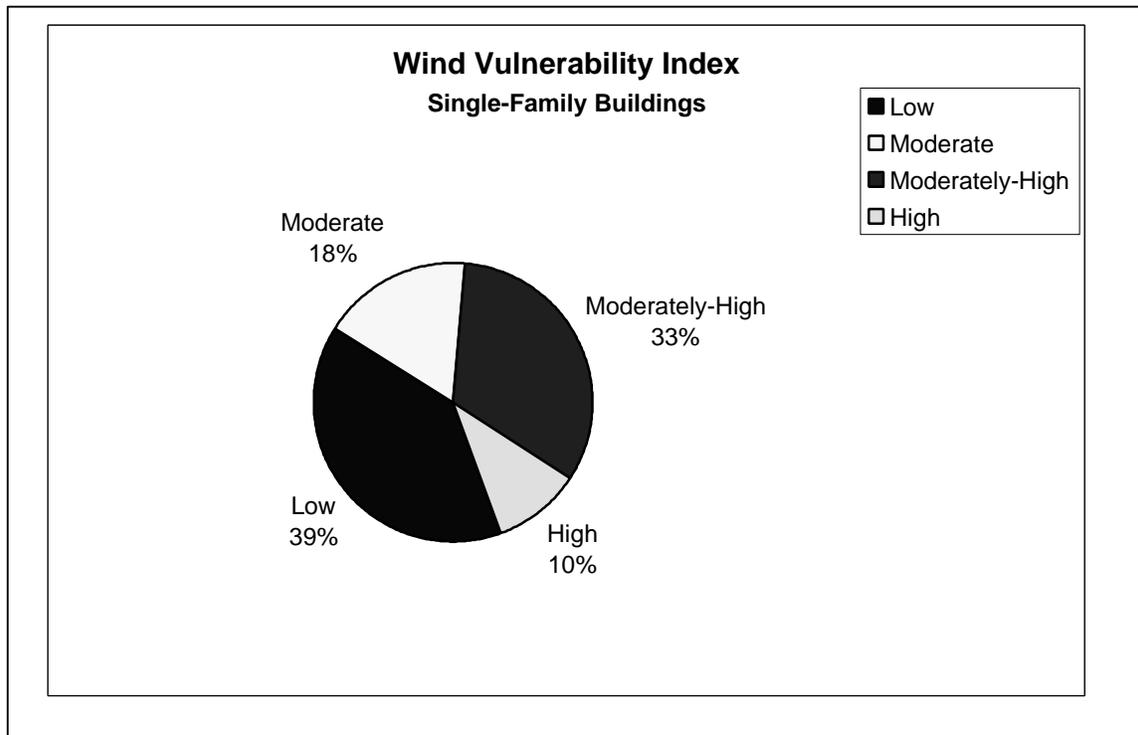
De todas la viviendas unifamiliares, unas trescientas setenta y dos (372) estructuras o 39.4% se consideraron de baja vulnerabilidad a los efectos del viento huracanado. Un total de noventa y siete (97) o 10.3% fueran clasificadas altamente vulnerable mientras la mitad de las unidades fueron clasificadas dentro de la categoría de riesgo moderado.

<b>Wind Vulnerability Index (single-family)</b>	<b>#</b>	<b>%</b>
<b>Low</b>	372	39.4
<b>Moderate</b>	167	17.7
<b>Moderately-High</b>	309	32.7
<b>High</b>	97	10.3
<b>Total</b>	945	100.0

**Tabla 4.4 Índice de Vulnerabilidad ante Vientos (Viviendas Unifamiliares)**

Los datos de vulnerabilidad por vientos no exhiben una distribución<sup>12</sup> espacial clara, indicando que la vulnerabilidad a los vientos fuertes está dispersa a través de la isla. Sin embargo, cuando las estructuras en el área urbanizada fueron analizadas más de cerca, los datos indicaron que las estructuras de Clark y Extensión Clark están en las categorías de vulnerabilidad baja mientras en La Romana las estructuras presentan riesgos de categoría modera a alta. Esto podría explicarse por la conversión de madera a concreto en las algo más antiguas comunidades de Clark y Ext. Clark y las más recientes construcciones en madera de La Romana. El análisis demostró tan sólo unas pocas unidades bajo alto riesgo en Dewey. Viviendas a lo largo de la costa del barrio Playa Sardina II mostraron alta vulnerabilidad a vientos mientras aquellas localizadas en Fraile demostraron variados niveles de riesgo de acuerdo a su localización en la parte montañosa.

<sup>12</sup> Los mapas de Localización de Estructuras Vulnerables a Vientos ilustran la distribución de las estructuras inventariadas en la isla para vulnerabilidad moderada-alta y alta. Ver Apéndice 4.



**Figura 4.4 Índice de Vulnerabilidad ante Vientos (Viviendas Unifamiliares)**

<b>Wind Vulnerability Index (single family homes less than 600 sqf)</b>		
	<b>#</b>	<b>%</b>
<b>Low</b>	106	35.1
<b>Moderate</b>	56	18.5
<b>Moderately-High</b>	123	40.7
<b>High</b>	17	5.6
<b>Total</b>	<b>302</b>	<b>100.0</b>

**Tabla 4.5 Índice de Vulnerabilidad ante Vientos (Viviendas Unifamiliares de menos de 600 pies cuadrados)**

## 4.5 VULNERABILIDAD ANTE MAREJADA CICLÓNICA

La vulnerabilidad ante marejadas ciclónicas fue determinada analizando las características de las estructuras dentro de la zona de alto riesgo en la costa. Materiales y técnicas de construcción fueron considerados para determinar aquellas que son más resistentes al impacto de la marejada asociada a los huracanes. Un total de ciento veintinueve (129) estructuras, residenciales y comerciales, están localizadas en esta área de peligro. Cuarenta y ocho (48) estructuras fueron identificadas como altamente vulnerables, mientras sesenta (60) fueron identificadas bajo riesgo moderadamente alto. Tan sólo veintiuna (21) se catalogaron de vulnerabilidad baja o moderada ante la fuerza de la marejada ciclónica debido a la construcción.

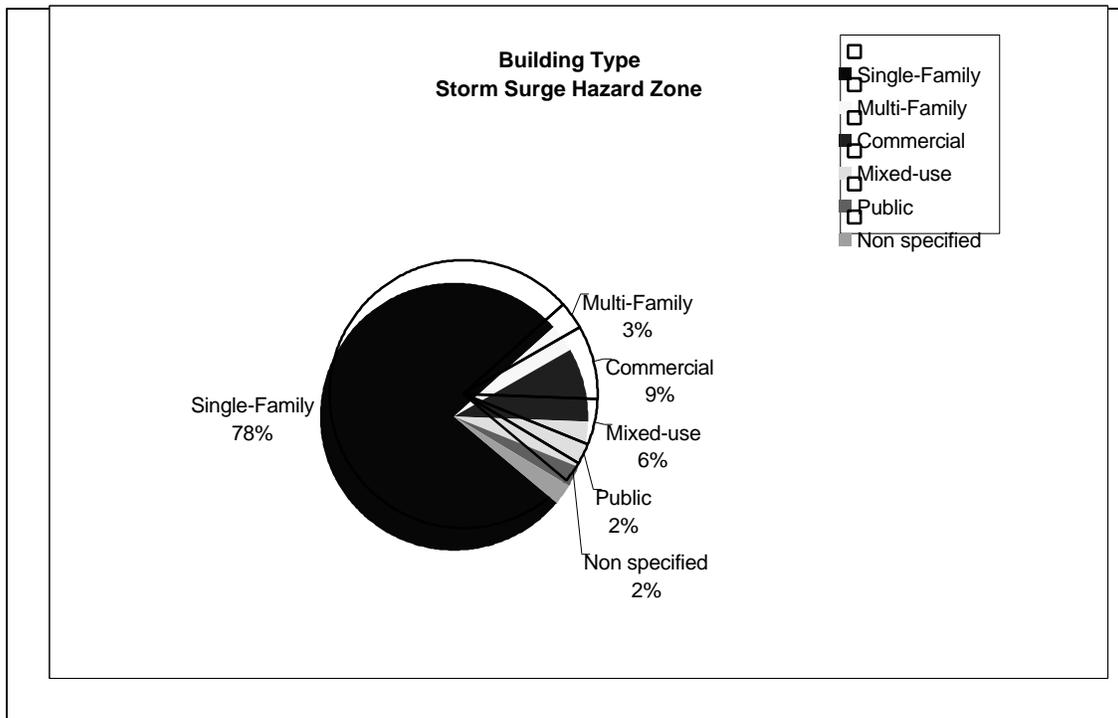


Figura 4. 5 Tipos de Edificaciones en Zonas de Marejadas Ciclónica.

De estas estructuras, noventaicinco (95) fueron identificadas viviendas unifamiliares. Dentro de este sub-grupo, cuarenta y uno (41) o 43% estaban construidas en concreto, diecisiete (17) o 18% en concreto y madera combinado, y unas veintinueve (29) o 31.0% de las viviendas eran de madera.<sup>13</sup>

<b>Surge Single Family Floor/Wall First floor</b>		
	<b>#</b>	<b>%</b>
<b>Wood/Other</b>	29	30.5
<b>Wood/Concrete</b>	1	1.1
<b>Concrete/Other</b>	16	16.8
<b>Concrete/Concrete</b>	41	43.2
<b>Not speciified</b>	8	8.4
<b>Total</b>	95	100.0

**Tabla 4. 6 Viviendas Unifamiliares Bajo Riesgo de Marejada: combinación de Pared/Piso (Primera Planta)**

La distancia desde la línea de costa fue considerada como un factor clave en el análisis. Del grupo de viviendas unifamiliares, setenta y cuatro (74) o 75% estaban localizadas a menos de 50 pies de la línea de costa, haciéndolas altamente susceptibles a los daños de la marejada ciclónica. Más todavía, ninguna de las estructuras mostraban estar más altas de cuatro (4) pies sobre el nivel del mar.<sup>14</sup>

<b>Surge Distance for Shore Single Family Feet</b>		
	<b>#</b>	<b>%</b>
<b>10 or less</b>	31	32.6
<b>10 - 20</b>	23	24.2
<b>20 - 50</b>	18	18.9
<b>50 - 100</b>	18	18.9
<b>100 or more</b>	5	5.3
<b>Total</b>	95	100.0

**Tabla 4.7 Distancia desde la Orilla**

<sup>13</sup> Ocho (8) estructuras no fueron evaluadas en este campo.

<sup>14</sup> El lector debe notar que la distancia desde la orilla y la altura de la primera planta respecto al nivel del agua son aproximados y deben ser considerados como estimados para propósitos de la metodología. Distancias reales o medidas mediante agrimensura pueden diferir significativamente de la estimada visualmente en el campo.

Surge Height above sea level Single Family Feet	#	%
1	21	22.1
2	44	46.3
3	25	26.3
4	5	5.3
<b>Total</b>	<b>95</b>	<b>100.0</b>

Tabla 4. 8 Altura de las Viviendas Unifamiliares respecto al Nivel del Mar

#### 4.6 VULNERABILIDAD ANTE INUNDACIONES

Para determinar vulnerabilidad ante inundaciones, una combinación de criterios, junto a la localización, fueron analizados. Estos factores incluyen elevación del primer piso respecto al terreno y tipo de material de construcción para el primer piso (madera o concreto).

De cuarenta y una estructuras (41) identificadas dentro de el área de peligro de inundación de 100 años, unas treinta y tres (33) o 80.5% fueron identificadas como viviendas unifamiliares. Solamente un edificio público, uno multifamiliar, dos comerciales y tres de uso mixto completaron el grupo.

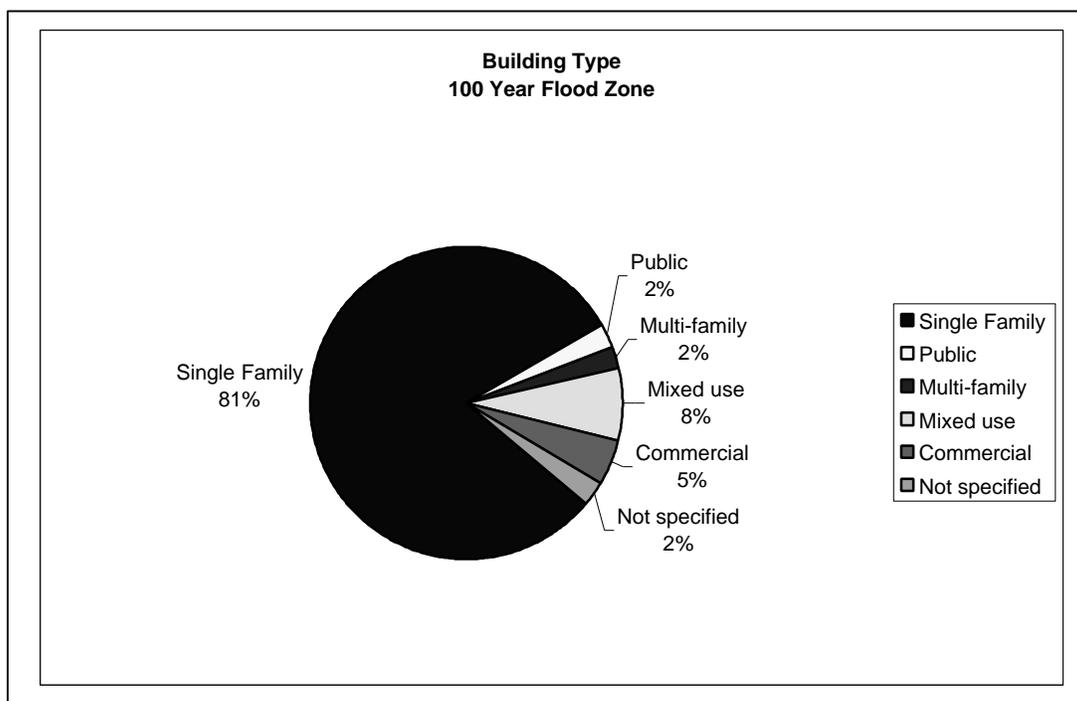


Figura 4. 11 Tipo de Edificio en Zona de Inundación de 100 Años

La calidad de la construcción dentro del grupo de viviendas unifamiliares varía. Diecinueve (19) de treinta y tres (33) son consideradas de buena o muy buena construcción. Doce (12) de éstas tienen elevado el primer piso y diecinueve (19) están construidas a ras del suelo.

<b>Quality of Construction 100 Year Flood Zone</b>		
<b>Single Family</b>	<b>#</b>	<b>%</b>
Poor	5	15.2
Low	1	3.0
Fair	5	15.2
Good	13	39.4
Very good	6	18.2
Not specified	3	9.1
<b>Total</b>	<b>33</b>	<b>100.0</b>

**Tabla 4. 9 Calidad de la Construcción en Zona de Inundación de 100 Años**

Estos factores fueron combinados y se asignaron valores a las estructuras para establecer rangos de acuerdo a la vulnerabilidad ante inundaciones. Valores altos indicaban estructuras que son más vulnerables a inundaciones. Valores 1, 2 y 3 contabilizaron ocho (8) viviendas mientras valores 4, 5 y 6 contabilizaron veinticinco (25) unidades.

<b>Vulnerability Index 100 Year Flood Zone</b>		
<b>Single Family</b>	<b>#</b>	<b>%</b>
<b>Value</b>		
1	1	3.0
2	5	15.2
3	2	6.1
4	3	9.1
5	18	54.5
6	4	12.1
<b>Total</b>	<b>33</b>	<b>100.0</b>

**Tabla 4. 10 Índice de Vulnerabilidad en Zona de Inundación de 100 Años**

## 4.7 RESUMEN: ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD

El análisis de vulnerabilidad fue guiado por el insumo público obtenido a través de las reuniones comunitarias que establecieron las prioridades para implantar medidas de mitigación para fortalecer la resistencia de las viviendas a los daños ante fuertes vientos asociados debido a huracanes.

La vulnerabilidad al viento está fuertemente relacionada a los materiales de construcción, altura y localización de la estructura. El resumen de los datos sobre el material de construcción demostró que el 44% de las viviendas unifamiliares de una sola planta están construidas con paredes y techos de concreto, un 43% tienen paredes y techos de madera y un 12% tiene paredes de concreto con algún combinado de materiales por techo.

El 66% de todas las estructuras identificadas como viviendas de dos plantas tienen la segunda planta construida en madera. Un 22% tienen paredes y techos de concreto mientras un 17% cuentan con paredes de concreto con techos de algún otro material. Solamente catorce (14) estructuras de tres plantas fueron identificadas como unidades residenciales. De éstas, siete (7) tienen paredes y techos en maderas y siete (7) tienen paredes de concreto con techos de algún otro material.

Los edificios de dos y tres plantas son altamente susceptibles al viento, particularmente las unidades construidas completamente en madera o aquellas con paredes de concreto pero techo de madera. Los datos compilados reflejaron que al menos 116 viviendas en edificios de dos o más plantas se ajustan a esta descripción. Estas requieren análisis adicional en términos de los asuntos de ingeniería estructural y la calidad de la construcción con miras a determinar necesidades de refuerzo o mejoras.

Viviendas con paredes de madera y techos de paneles de madera o madera con zinc tienen que ser evaluadas de forma diferente. Hay solamente cerca de cuarenta y tres (43) estructuras que tienen paredes de concreto con techos de otros materiales que han sido identificadas con vulnerabilidad moderada-alta o alta ante daños por vientos. Estas viviendas deben ser visitadas de nuevo para evaluar las conexiones estructurales, presencia de conectores de metal u otras medidas de mitigación. La evaluación debe tomar en consideración si el techo está unido correctamente a las paredes y/o vigas de concreto y si los conectores de metal han sido apropiadamente instalados para tener el efecto deseado de mantener el techo en su lugar en la presencia de fuertes vientos de tormenta.

A través del tiempo, las casas de concreto han probado actuar bien bajo el fuerte impacto de los vientos huracanados. Hay cerca de cuatrocientas cuarenta y ocho (448) estructuras (de todo tipo y altura) completamente construidas en concreto. Para estas estructuras, las puertas y ventanas deben ser evaluadas para ver si están fijadas de forma segura al edificio. Las tormenteras son medidas preventivas importantes para evitar daños en el interior debido al viento.

Las casas construidas completamente en madera, si no están propiamente construidas, pueden ser altamente vulnerable a los vientos. Aproximadamente, doscientas cuarenta y ocho (248) estructuras unifamiliares de una sola planta están construidas con armazón de madera. Ciento noventa y tres (193) de estas tienen una calidad de construcción pobre, baja o moderada, y unas ciento diecinueve de éstas tienen un área de menos de 600 pies cuadrados.

<b>Moderately-High to High Vulnerability For All Structures</b>		
	<b>#</b>	<b>%</b>
<b>Construction Materials (One Story Building)</b>		
Wall/Roof		
Wood/Non-Concrete	248	91.5
Concrete/Non-Concrete	23	8.5
Concrete/Concrete	0	0.0
<b>Total</b>	<b>271</b>	<b>100.0</b>
<b>Construction Materials (Two Stories Building: Second Floor)</b>		
Wall/Roof		
Wood/Non-Concrete	97	85.1
Concrete/Non-Concrete	17	14.9
Concrete/Concrete	0	0.0
<b>Total</b>	<b>114</b>	<b>100.0</b>
<b>Construction Materials (Three Stories Building: Third Floor)</b>		
Wall/Roof		
Wood/Non-Concrete	12	80.0
Concrete/Non-Concrete	3	20.0
Concrete/Concrete	0	0.0
<b>Total</b>	<b>15</b>	<b>100.0</b>

**Tabla 4. 11 Vulnerabilidad Moderada-Alta y Alta de las Estructuras en Culebra**

La vulnerabilidad ante inundaciones es evidente debido, particularmente, a la localización de la estructura en la zona de marejada ciclónica o de 100 años. La única medida razonable de mitigación de desastre para estructuras dentro de la zona de marejada ciclónica es una posible adquisición siguiendo un desastre declarado mediante la utilización de fondos HMGP (Hazard Mitigation Grant Program) de FEMA. Estructuras localizadas dentro de la zona de marejada ciclónica no deberían recibir fondos públicos para el refuerzo contra vientos de tormenta. La razón de esta recomendación es que el uso de fondos públicos para refuerzos o mejoras dirigidos a incrementar la resistencia ante fuertes vientos deben ser colocados en zonas de menos riesgos al embate del mar.

El tipo de medida de mitigación de peligro más apropiada para estructuras dentro del llano de inundación de 100 años es hacerlas a prueba de inundación; técnica conocida como “floodproofing”.<sup>15</sup> El tipo de inundación esperado en el llano de inundación de 100 años no es asociada al desbordamiento de ríos en alta velocidad de flujo sino que conlleva la elevación y descenso lento del agua. Las técnicas de “floodproofing” en seco o húmedas pueden ser apropiadas en estos casos.

El análisis de vulnerabilidad presentado aquí provee para el siguiente paso lógico de asignar prioridades a iniciativas de mitigación de desastres. Esto permite al Comité Proyecto Impacto enfocar en aquellas estructuras que son altamente vulnerables y maximizar el uso de los fondos limitados para medidas de mitigación para mejoras y refuerzos de estructuras. Para algunas estructuras pobremente construidas, no hay cantidad de fondos de mitigación que las haga resistentes a desastres. Implantar medidas de mitigación de desastres para el refuerzo de estructuras específicas puede requerir un estudio estructural más detallado dirigido a la calidad de la construcción y a proveer estimados de ingeniería para la reconstrucción. Estimados detallados de costos van a ser necesarios para determinar qué niveles de asistencia son económicamente factibles para reforzar edificios específicos.

---

<sup>15</sup> Esta técnica persigue evitar la entrada del agua dentro de la parte habitable de la estructura. La técnica en seco o “dry floodproofing” requiere sellar o asilar las paredes con cubiertas o membranas impermeables y equipar las puertas y ventanas bajo el nivel de inundación con corazas impermeables. La técnica en húmedo o “wet floodproofing” consiste de permitir que el agua penetre en las partes no críticas o habitables de la casa manteniendo el resto de la vivienda por encima del nivel base de inundación.

## 5 SUSTENTANDO A PROYECTO IMPACTO CULEBRA

El Gobierno Federal ofrece una amplia gama de programas de fondos y de asistencia técnica para ayudar a hacer comunidades más sustentables y habitables. Muchos de estos programas están incluidos en la tabla a continuación. Estos programas han probado ser potencialmente efectivos en la provisión de recursos para la construcción o reconstrucción de viviendas y negocios, infraestructura pública (transportación, utilidades, acueductos y alcantarillado sanitario) y en el apoyo de actividades de mitigación y de planificación comunitaria en general.

Subvención	Agencia	Aplicación para la Mitigación	Contacto
<b>Vivienda</b>			
Community Block Grant Program	Department of Housing and Urban Development (HUD)	Actividades para el desarrollo comunitario que persiguen necesidades en el largo plazo. Estas actividades incluyen adquisición, relocalización, reconstrucción de propiedades y facilidades dañadas por un desastre y el redesarrollo de áreas afectadas.	State and Small Cities Division, Office of Block Grant Assistance, CPD, HUD, 451 7 <sup>th</sup> Street, SW, Washington, DC 20410-7000. 202-708-3587
Economic Development and Adjustment Program, Sudden and Severe Economic Dislocation (Title IX)	Dept. of Commerce, Economic Development Administration (EDA)	Proyectos de Subvención (Project Grants) pueden obtener fondos en respuesta a desastres naturales, incluyendo mejoras y reconstrucción de facilidades públicas.	Disaster Recovery Coordinator, Economic Adjustment Division, EDA, DOC, Herbert Hoover Building, Washington, D.C. 20472 202-482-1222 or 800-482-6225
Hazard Mitigation Grant Program (HMGP)	Federal Emergency Management Agency (FEMA)	Proyectos de Subvención (Project Grants) pueden obtener fondos tales como actividades de adquisición, relocalización, elevación y mejoras de facilidades y propiedades para resistir futuros desastres.	Director, Program Implementation Division, Mitigation Directorate FEMA, 500 C Street, SW, Washington, D.C. 20472 202-646-4621
Center for Excellence for Sustainable Development	Department of Energy (DOE)	Provee asistencia técnica a comunidades afectadas por desastres a la medida de que éstas planifican para la recuperación a largo plazo mediante la introducción de una amplia gama de tecnologías ambientales y prácticas de planificación para el desarrollo sustentable.	DOE, Office of Energy, Efficiency and Renewable Energy, Denver Regional Support Office, 1617 Cole Blvd, Golden CO 80401 800-363-3732
<b>Infraestructura</b>			
Disaster Housing Program	Federal Emergency Management Agency (FEMA)	El programa de asistencia puede incluir alojamiento a corto plazo; asistencia para la reparación de hogares para restaurar la vivienda a una condición habitable; asistencia para la renta; asistencia para el pago de hipoteca; subvenciones pequeñas para incorporar la mitigación de desastres dentro de la reparación de la vivienda.	Human Services Division, Response and Recovery Directorate, FEMA, 500 C Street, SW, Washington, D.C. 20472 202-646-3632
Flood Control Works/Emergency Rehabilitation	Department of Defense, U.S. Army Corps of Engineers (USACE)	El Cuerpo de Ingenieros provee apoyo para obras públicas e ingeniería para suplementar los esfuerzos del gobierno estatal y local para la respuesta inmediata y efectiva a un desastre natural.	Commander, USACE, Attn: CECW-OE, DOD, Washington, D.C. 20314 202-761-0251
Public Assistance Program	Federal Emergency Management Agency (FEMA)	Esta subvención permite a las unidades del gobierno estatal o local responder a desastres, recuperarse de sus impactos y mitigar el impacto de los desastres naturales.	Infrastructure Support Division, Response and Recovery Directorate, FEMA, 500 C Street, SW, Washington, D.C. 20472 202-646-3026
Water Pollution Control	Environmental Protection Agency, Office of Water	Proteger la calidad del agua superficial y subterránea.	Office of Wastewater Management, Office of Water, EPA, Washington, DC 20460 202-260-6742
Water and Waste Disposal Loans and Grants	Department of Agriculture, rural Utilities Service	Utilización de sistemas de bombeos de uso eficientes de energía y la incorporación de medidas de mitigación cuando se reemplazan o restauran sistemas de acueductos y de alcantarillado sanitario.	Assistant Administrator, Water and Waste, RUS, USDA, Washington, D.C. 20250-3200 202-690-2670

<b>Preservación Histórica</b>			
Repair and Restoration of Disaster Damaged Historic Properties	Federal Emergency Management Agency (FEMA)	Preservación de estructuras históricas mediante la provisión de asistencia para mitigar daños futuros de manera que se preserven para las generaciones futuras.	Infrastructure Support Division, Response and Recovery Directorate, FEMA 500 C Street, SW, Washington, DC 20472 202-646-3026
Historic Preservation Fund Grants-in-aid	Department of the Interior, National Park Service (NPS)	Subvenciones de ayuda para la identificación, evaluación y protección de propiedad de valor histórico por medios tales como investigación, planificación, asistencia técnica, adquisición, desarrollo y ciertos incentivos contributivos disponibles para propiedades históricas.	Associate Director, Cultural Resources, NPS, DOI Washington DC 20240 202-343-9509
<b>Manejo del terreno</b>			
Emergency Watershed Protection	Department of Agriculture, Natural Resource Conservation Services	Mediante la mitigación de la erosión el programa ayuda a prevenir la pérdida futura de la propiedad y preservar el recurso suelo.	Deputy Chief for natural Resource Programs, NRCS, USDA, PO Box 2890, Washington, D.C. 20013 202-720-3527
Coastal Zone Management Administration Awards	Department of Commerce, National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)	Este programa ayuda en la protección y preservación de zonas costaneras sensitivas y provee el beneficio añadido de reducir el desarrollo en zonas costaneras de alto riesgo.	Chief, Coastal Programs Division, Office of Ocean and Coastal Resource Management, National Ocean Service, NOAA, DOC, 1305 East West Highway, Silver Spring Maryland 20910 301-713-3102
Coastal Wetlands Planning Protection and Restoration Act	Department of Interior, S Fish and wildlife Service (USF&WS)	Este programa ayuda en la protección y preservación de áreas costaneras sensitivas.	FWS, DOI Washington, DC 20240 703-358-2156
Land and Water Conservation Fund Grants	Department of Interior, National Park Service (NPS)	Subvención que pueden ser utilizadas para una variedad de proyectos de recreación al aire libre tales como áreas de merenderos, áreas de acampar, rampas para botes, veredas para bicicletas e instalaciones de apoyos para todas éstas.	Chief, Recreation Grants Division, NPS, DOI, PO Box 37127, Washington DC 20013-7127 202-343-3700
<b>Programas específicos para desastres</b>			
Park and Recreation Recovery Program	Department of Interior, National Park Service (NPS)	Estos programas permiten a las jurisdicciones proveer facilidades recreativas en áreas propensas a desastres naturales.	Chief, Recreation Grants Division, NPS, DOI, PO Box 37127, Washington DC 20013-7127 202-343-3700
River Basin Program	Department of Agriculture, Natural Resource Conservation Services	La prioridad es dada a proyectos diseñados para resolver problemas de inundación en comunidades rurales, mejoras a la calidad del agua de fuentes agrícolas de contaminación dispersas y el manejo de sequías para la comunidades rurales y agrícolas.	Deputy Chief for natural Resource Programs, NRCS, USDA, PO Box 2890, Washington, D.C. 20013 202-720-3527
Watershed Protection and Flood Prevention	Department of Agriculture, Natural Resource Conservation Services	La protección de cuencas hidrográficas permite a las generaciones futuras disfrutar de los recursos de los terrenos y aguas en el futuro.	Deputy Chief for natural Resource Programs, NRCS, USDA, PO Box 2890, Washington, D.C. 20013 202-720-3527
Earthquake and Hazard Reduction Grants	Federal Emergency Management Agency (FEMA)	Fondos pueden ser dedicados para ayudar a educar y proteger a los individuos y sus propiedades ante el peligro de terremotos.	Director of Program Implementation Division Mitigation Directorate, FEMA 500 C Street, SW Washington, DC 20472 202-646-4621
Hurricane Program	Federal Emergency Management Agency (FEMA)	Fondos pueden ser utilizados para establecer, mejorar y mantener niveles básicos de capacidad de preparación y mitigación.	Director of Program Implementation Division Mitigation Directorate, FEMA 500 C Street, SW Washington, DC 20472 202-646-4621
Flood Mitigation Assistance Program	Federal Emergency Management Agency (FEMA)	El programa provee subvención de planeamientos y de proyectos que incluyen actividades de mitigación que son técnicamente viables.	Director of Program Implementation Division Mitigation Directorate, FEMA 500 C Street, SW Washington, DC 20472 202-646-4621

## 6 RESUMEN

En el año 2000, el Municipio de Culebra yace en una encrucijada. Los mayores impedimentos infraestructurales al crecimiento futuro han sido o están en vías de ser resueltos. Un sistema de suministro y distribución confiable ha sido puesto en pie para el agua y la electricidad. Una nueva planta de acopio y tratamiento de aguas usadas cuenta con fondos, diseño y va a ser construida próximamente. Considerado lo anterior, ¿estará el desarrollo futuro en la isla en mayor o menor riesgo ante huracanes y otros desastres naturales? ¿Estarán las familias viviendo en lugares fuera de alto riesgo y en estructuras resistentes a vientos y otras fuerzas naturales? Es el deseo del Equipo de Trabajo de esta evaluación de vulnerabilidad y de riesgo ante peligros múltiples que el Comité Proyecto Impacto y el gobierno municipal de Culebra utilicen los hallazgos de este estudio para trabajar hacia un futuro más sustentable de la isla.

Cinco recomendaciones de planificación resultaron de la evaluación de riesgos ante múltiples peligros, como se demuestran en el Mapa de Usos de Terrenos Propuestos, proveyendo las bases para un futuro sustentable (ver Sección 3.6). Estas recomendaciones fueron incorporadas dentro de un Mapa Alternativo de Zonificación que intenta balancear la necesidad de desarrollo económico futuro con la necesidad de limitar el desarrollo en áreas de alto riesgo combinado y de mantener la base turística de la economía local mediante la preservación de áreas con recursos de alto valor natural (Apéndice 3). El Equipo de Trabajo de este estudio recomendó que el Comité Proyecto Impacto y los ciudadanos conscientes y preocupados de Culebra utilicen el proceso político para influenciar la Asamblea Municipal a no adoptar el Plan Territorial en su forma actual. La Sección 3.7 provee recomendaciones alternativas de zonificación que van a asegurar un futuro más sustentable para Culebra.

Muchas recomendaciones pueden ser encontradas a través de este estudio respecto riesgo ante peligros individuales y sobre medidas de mitigación apropiadas para reducir el riesgo. Recomendaciones específicas sobre manejo de zonas inundables, deslizamientos, vientos fuertes y peligros sísmicos son brevemente descritos en la Sección 3.1.1 hasta la Sección 3.4.1, respectivamente.

El análisis de vulnerabilidad sugiere medidas que el Comité Proyecto Impacto y la ciudadanía de Culebra pueden tomar para implantar esfuerzos de reducción de peligros para estructuras existentes en la isla. El implantar medidas de refuerzo ante vientos huracanados en viviendas unifamiliares recibió la más alta prioridad en el análisis. Además de la serie de mapas de vulnerabilidad incluidos en los apéndices, el Equipo de Trabajo proveerá al Comité Proyecto Impacto con una lista de residencias unifamiliares, identificadas mediante un código en mapas de sectores, ordenadas según la vulnerabilidad (alta y moderada-alta) y según el tamaño de la estructura en pies cuadrados (de pequeña a grande). Esta forma de ordenarlas puede asegurar que los fondos públicos limitados lleguen a aquellos menos capaces de tenerlos y que alcancen al mayor número de familias.

## APÉNDICE 1 TABLAS Y ATRIBUTOS (CAMPOS) DE LA BASE DE DATOS

Esta tabla ofrece una lista de todos los atributos compilados en la base de datos e identifica aquellos atributos específicos (mediante una **X**) que fueron utilizados en el análisis de vulnerabilidad para cada riesgo específico.

No	Database Field Description	Database Field Name	Data Type	Wind	Surge	Flood	Comments
1.	Structure Identification	Strid	Text (7)	X	X	X	
2.	Inspector	Inspec	Text (50)				
3.	Month	Month	Text (3)				
4.	Day	Day	Text (2)				
5.	Year	Year	Text (4)				
6.	Address_1	Address_1	Text (50)				
7.	Sub Division	Sub-division	Text (50)				
8.	Building Type	Build_type	Text (15)	X	X	X	
9.	Building Type Description	Build_ty_desc	Memo (Open)	X	X	X	
10.	Hieght	Height	Text (5)	X	X		
11.	Age	Age	Text (16)				Less than 1 1-5 Years 6-10 Years 11-20 Years Over 20 years
12.	Age Other Specify	Age_other	Number				Specify
13.	Size of Structure (square foot)	Size	Text (20)	X			Less than 600 sq. ft. 600-1000 sq. ft. 1000-1500 sq. ft. 1500-2000 sq.ft. Other
14.	Quality of Construction	q_const	Text (10)	X	X	X	Poor Low Fair Good Very good
15.	Building Construction	Build_const	Text (20)	X	X	X	Slab on Grade Raised first floor
16.	Raised Height of Substructure	Raised_height	Number	X		X	Height of substructure
17.	Number of Floors	Floors	Number	X	X	X	
18.	Substructure	Substruc	Text (16)	X	X	X	Concrete footing Wood piling Concrete piling Block piling
19.	Roof Frame	Roof_fram	Text (15)	X			Concrete Wood/panel Metal on wood
20.	Roof Cover	Roof_cover	Text (16)	X			Concrete Wood/panel Metal on wood Built-up
21.	Roof Pitch	Roof_pitch	Text (6)	X			Flat Steep Medium
22.	Coastal Area	Coastal	Yes/No		X	X	
23.	Height above water Line	H_above_w	Text (20)		X	X	1foot 2-5ft. 5-10 ft. 10-20 ft.

No	Database Description	Field	Database Name	Field	Data Type	Wind	Surge	Flood	Comments
24.	Distance from Shore		D_from_shore		Text (10)		X	X	Less than 10ft. Greater than 20ft. Greater than 50ft. Greater than 100ft. Greater than 150ft.
25.	Riverine Flooding		Riverine		Yes/No			X	
26.	Hazard from Gut		Ha_from_g		Yes/No			X	
27.	Height from Gut		H_from_g		Text (6)			X	Less than 2ft. Greater than 5ft. Greater than 10ft.
28.	Distance from Gut		D_from_g		Text (6)			X	Less than 5ft. Greater than 10ft. Greater than 15ft. Greater than 20ft.
29.	Window material		Window_mat		Text (6)	X			Glass Metal Wood
30.	Window Sizes		Window_size		Text (6)	X			3ft. x 5ft. 5ft. x 5ft. 6ft. x 5ft. Greater than 7ft X 5ft.
31.	Shutters		Shutter		Yes/No	X			
32.	Roof Height		Roof_height		Text (15)	X			Less than 30 ft. Over 30 ft.
33.	Roof Overhang		Roof_over		Text (10)	X			No 0 to 18" inches Over 18" inches
34.	Will topography effect wind velocity		Topo_effect		Text (3)				
35.	Roof Mounted Equipment		Roof_equip		Yes/No				
36.	Roof Mounted Equipment Description		Roof_equip_des		Memo				
37.	Previous Damages		Prev_damages		Yes/No				
38.	Previous Damages Description		Prev_dama_des		Memo				
39.	Type of use		Use		Text (50)				Police Fire School Manufacturing Other
40.	Doors		Doors		Text (5)				Small Large
41.	Type of Doors		Doors_type		Text (200)				Wood Metal Glass
42.	Shelter		Shelter		Yes/No				
43.	Utilities Vulnerability		Utilities_vuln		Yes/No				
44.	Does Structure Require more study		More_study		Yes/No				
45.	General Comments		Comments		Memo				
46.	Mapping Internal Identification		Mapinfo_id		AutoNumber				
47.	Building Type		B_type		Text	X	X	X	Single-family Multi-family, Commercial Public Mixed-Use
48.	Identification		ID		Autonumber				
49.	Structure Identification		strid		Text (7)				
50.	Floor Type		Floor_type		Text (15)	X	X	X	Wood or Concrete
60.	Number of Floor		Floor_num		Number	X	X	X	
61.	Wall Type		Wall_type		Text (15)	X	X	X	

## APÉNDICE 2 MAPAS DE ANÁLISIS DE RIESGOS

- Modelo de Elevación Digital (DEM)
- Pendiente (Slope)
- Susceptibilidad a Deslizamientos (Landslide Susceptibility)
- Mapas de Suelos (Soil Map)
- Uso Adecuado del Suelo (Soils Suitability)
- Zonas Inundables (FEMA Flood Zones)
- Riesgo ante Tsunami (Tsunami Risk Levels)
- Mapa Geológico (Geology Map)
- Modelo de Riesgo ante Vientos (Wind Hazard Model)
- Mapa de Compuesto de Riesgos (Composite Risk Map)

### **APÉNDICE 3 MAPAS DE USO DE TERRENO Y DE ZONIFICACIÓN PROPUESTOS**

- Uso de Terreno
- Mapa de Zonificación Propuesto

## **APÉNDICE 4 MAPAS DE VULNERABILIDAD**

- Mapas de Identificación de Estructuras
- Tabla de Vulnerabilidad